

第 6 章 : 多次元超立体魔方陣の基礎的研究 : 梶田 寛二

第 3-2-3 節 : 正方連結完全立体四方陣の内部変換法の研究

3. 今までの研究で六次元超立体二方陣を次元変換して (1) 三次元正方連結完全立体四方陣の解 15個と (2) 二次元正方連結完全八方陣の解 10個を取り出した。そして、これらは各々 (1) 正方連結汎立体四方陣, (2) 正方連結完全八方陣の「大基本解」であると、大胆に推論・認定した。

そして、前節で大基本解 15個から正方連結汎立体四方陣の解 105個を直接に構成する方法を探り、内在的な変換法を発見した。それを活用することで全数解を再構成した。

これならば、異論無くこの 15個を 105個の「基本解」と呼ぶことができる。

次の課題は二次元の正方連結完全八方陣の解 90個を大基本解 10個から構成する方法を探ることだが、その前にもう一つ、三次元の立体方陣で解決しておかなければならない宿題がある。15個の基本解から正方連結完全立体四方陣の全数解を再構成することだ。

既に御承知の通り、我々は「完全型」と「汎型」の名を違った意味で使っている。極限すれば、 $n1 = 1; n43 = 64$ に限られるのが、完全型。汎型には、この他に $n43 = 63, 62, 60, 56, 48, 32$ のタイプのものがある。完全型の解集合は、汎型のそれに含まれる。

大基本解の 15個は、どれもが $n1 = 1; n43 = 64$ の完全型だ。完全型の解の総数は、960個もある。その中で $n1 = 1$ のタイプの解は、120個あることが知られている。

先ず完全型のこの 120個を、内部変換法によって、15個から再構成しなければならない。

現在までの長い間、残念ながら、私はこの課題を失念していた。「改訂版」を作る際にこの忘却によりやく気が付いた。遅ればせながら今ここで、その宿題を解決したい。

先ず最初に、目標である正方連結完全立体四方陣の $n1 = 1$ の標準解 120個を、抜粋ではあるが、リストに示しておこう。大基本解の 15個は、無論この中に含まれている。

せっかくだから、この 15個だけは以下のように省略無く全部掲げる。

**** 正方連結完全立体四方陣の標準解120個 ($n1 = 1$) (抜粋) : ([n]が大基本解の番号) ****

<p style="text-align: center; color: blue;">1 [1]</p> <pre> 1-----63-----6-----60 48 18 43 21 62 49 4 15 57 54 7 12 19 32--45--34--24--27--42--37 11 14 53 52 16 9 50 55 38 35 28 29 33 40 31 26 56-59- 10- 5--51-64--13 2 25 22 39 44 30 17 36 47 8 58 3 61 41-----23-----46-----20 </pre>	<p style="text-align: center; color: blue;">2/</p> <pre> 1-----63-----6-----60 32 34 27 37 62 49 4 15 57 54 7 12 35 48--29--18--40--43--26--21 11 14 53 52 16 9 50 55 22 19 44 45 17 24 47 42 56-59- 10- 5--51-64--13 2 41 38 23 28 46 33 20 31 8 58 3 61 25-----39-----30-----36 </pre>	<p style="text-align: center; color: blue;">3 [2]</p> <pre> 1-----63-----6-----60 56 10 51 13 62 41 4 23 57 46 7 20 11 32--53--34--16--27--50--37 19 22 45 44 24 17 42 47 38 35 28 29 33 40 31 26 48-59- 18- 5--43-64--21 2 25 14 39 52 30 9 36 55 8 58 3 61 49-----15-----54-----12 </pre>
<p style="text-align: center; color: blue;">4/</p> <pre> 1-----63-----6-----60 32 34 27 37 62 41 4 23 57 46 7 20 35 56--29--10--40--51--26--13 19 22 45 44 24 17 42 47 14 11 52 53 9 16 55 50 48-59- 18- 5--43-64--21 2 49 38 15 28 54 33 12 31 8 58 3 61 25-----39-----30-----36 </pre>	<p style="text-align: center; color: blue;">5 [3]</p> <pre> 1-----63-----6-----60 56 10 51 13 62 25 4 39 57 30 7 36 11 48--53--18--16--43--50--21 35 38 29 28 40 33 26 31 22 19 44 45 17 24 47 42 32-59- 34- 5--27-64--37 2 41 14 23 52 46 9 20 55 8 58 3 61 49-----15-----54-----12 </pre>	<p style="text-align: center; color: blue;">6/</p> <pre> 1-----63-----6-----60 48 18 43 21 62 25 4 39 57 30 7 36 19 56--45--10--24--51--42--13 35 38 29 28 40 33 26 31 14 11 52 53 9 16 55 50 32-59- 34- 5--27-64--37 2 49 22 15 44 54 17 12 47 8 58 3 61 41-----23-----46-----20 </pre>
<p style="text-align: center; color: blue;">7 [4]</p> <pre> 1-----63-----10-----56 48 18 39 25 62 49 4 15 53 58 11 8 19 32--45--34--28--23--38--41 7 14 57 52 16 5 50 59 42 35 24 29 33 44 31 22 60-55- 6- 9--51-64--13 2 21 26 43 40 30 17 36 47 12 54 3 61 37-----27-----46-----20 </pre>	<p style="text-align: center; color: blue;">8/</p> <pre> 1-----63-----10-----56 32 34 23 41 62 49 4 15 53 58 11 8 35 48--29--18--44--39--22--25 7 14 57 52 16 5 50 59 26 19 40 45 17 28 47 38 60-55- 6- 9--51-64--13 2 37 42 27 24 46 33 20 31 12 54 3 61 21-----43-----30-----36 </pre>	<p style="text-align: center; color: blue;">9 [5]</p> <pre> 1-----63-----10-----56 60 6 51 13 62 37 4 27 53 46 11 20 7 32--57--34--16--23--50--41 19 26 45 40 28 17 38 47 42 35 24 29 33 44 31 22 48-55- 18- 9--39-64--25 2 21 14 43 52 30 5 36 59 12 54 3 61 49-----15-----58----- 8 </pre>

10/	11 [6]	12/
1-----63-----10-----56 32 34 23 41 62 37 4 27 53 46 11 20 35 60--29- 6--44-51--22-13 19 26 45 40 28 17 38 47 14 7 52 57 5 16 59 50 48-55- 18- 9--39-64--25 2 49 42 15 24 58 33 8 31 12 54 3 61 21-----43-----30-----36	1-----63-----10-----56 60 6 51 13 62 21 4 43 53 30 11 36 7 48--57-18--16-39--50-25 35 42 29 24 44 33 22 31 26 19 40 45 17 28 47 38 32-55- 34- 9--23-64--41 2 37 14 27 52 46 5 20 59 12 54 3 61 49-----15-----58-----8	1-----63-----10-----56 48 18 39 25 62 21 4 43 53 30 11 36 19 60--45- 6--28-51--38-13 35 42 29 24 44 33 22 31 14 7 52 57 5 16 59 50 32-55- 34- 9--23-64--41 2 49 26 15 40 58 17 8 47 12 54 3 61 37-----27-----46-----20

13 [7]	14/	15 [8]
1-----63-----18-----48 56 10 39 25 62 41 4 23 45 58 19 8 11 32--53-34--28-15--38-49 7 22 57 44 24 5 42 59 50 35 16 29 33 52 31 14 60-47- 6-17--43-64--21 2 13 26 51 40 30 9 36 55 20 46 3 61 37-----27-----54-----12	1-----63-----18-----48 32 34 15 49 62 41 4 23 45 58 19 8 35 56--29-10--52-39--14-25 7 22 57 44 24 5 42 59 26 11 40 53 9 28 55 38 60-47- 6-17--43-64--21 2 37 50 27 16 54 33 12 31 20 46 3 61 13-----51-----30-----36	1-----63-----18-----48 60 6 43 21 62 37 4 27 45 54 19 12 7 32--57-34--24-15--42-49 11 26 53 40 28 9 38 55 50 35 16 29 33 52 31 14 56-47- 10-17--39-64--25 2 13 22 51 44 30 5 36 59 20 46 3 61 41-----23-----58-----8

16/	17 [9]	18/
1-----63-----18-----48 32 34 15 49 62 37 4 27 45 54 19 12 35 60--29- 6--52-43--14-21 11 26 53 40 28 9 38 55 22 7 44 57 5 24 59 42 56-47- 10-17--39-64--25 2 41 50 23 16 58 33 8 31 20 46 3 61 13-----51-----30-----36	1-----63-----18-----48 60 6 43 21 62 13 4 51 45 30 19 36 7 56--57-10--24-39--42-25 35 50 29 16 52 33 14 31 26 11 40 53 9 28 55 38 32-47- 34-17--15-64--49 2 37 22 27 44 54 5 12 59 20 46 3 61 41-----23-----58-----8	1-----63-----18-----48 56 10 39 25 62 13 4 51 45 30 19 36 11 60--53- 6--28-43--38-21 35 50 29 16 52 33 14 31 22 7 44 57 5 24 59 42 32-47- 34-17--15-64--49 2 41 26 23 40 58 9 8 55 20 46 3 61 37-----27-----54-----12

19 [10]	20/	21 [11]
1-----63-----34-----32 56 10 23 41 62 25 4 39 29 58 35 8 11 48--53-18--44-15--22-49 7 38 57 28 40 5 26 59 50 19 16 45 17 52 47 14 60-31- 6-33--27-64--37 2 13 42 51 24 46 9 20 55 36 30 3 61 21-----43-----54-----12	1-----63-----34-----32 48 18 15 49 62 25 4 39 29 58 35 8 19 56--45-10--52-23--14-41 7 38 57 28 40 5 26 59 42 11 24 53 9 44 55 22 60-31- 6-33--27-64--37 2 21 50 43 16 54 17 12 47 36 30 3 61 13-----51-----46-----20	1-----63-----34-----32 60 6 27 37 62 21 4 43 29 54 35 12 7 48--57-18--40-15--26-49 11 42 53 24 44 9 22 55 50 19 16 45 17 52 47 14 56-31- 10-33--23-64--41 2 13 38 51 28 46 5 20 59 36 30 3 61 25-----39-----58-----8

22/	23 [12]	24/
1-----63-----34-----32 48 18 15 49 62 21 4 43 29 54 35 12 19 60--45- 6--52-27--14-37 11 42 53 24 44 9 22 55 38 7 28 57 5 40 59 26 56-31- 10-33--23-64--41 2 25 50 39 16 58 17 8 47 36 30 3 61 13-----51-----46-----20	1-----63-----34-----32 60 6 27 37 62 13 4 51 29 46 35 20 7 56--57-10--40-23--26-41 19 50 45 16 52 17 14 47 42 11 24 53 9 44 55 22 48-31- 18-33--15-64--49 2 21 38 43 28 54 5 12 59 36 30 3 61 25-----39-----58-----8	1-----63-----34-----32 56 10 23 41 62 13 4 51 29 46 35 20 11 60--53- 6--44-27--22-37 19 50 45 16 52 17 14 47 38 7 28 57 5 40 59 26 48-31- 18-33--15-64--49 2 25 42 39 24 58 9 8 55 36 30 3 61 21-----43-----54-----12

25 [13]	26/	27 [14]
1-----63----- 4-----62 48 18 45 19 60 49 6 15 57 52 7 14 21 32--43-34--24-29--42-35 13 12 51 54 16 9 50 55 36 37 30 27 33 40 31 26 56-61- 10- 3--53-64--11 2 25 20 39 46 28 17 38 47 8 58 5 59 41-----23-----44-----22	1-----63----- 4-----62 32 34 29 35 60 49 6 15 57 52 7 14 37 48--27-18--40-45--26-19 13 12 51 54 16 9 50 55 20 21 46 43 17 24 47 42 56-61- 10- 3--53-64--11 2 41 36 23 30 44 33 22 31 8 58 5 59 25-----39-----28-----38	1-----63----- 4-----62 56 10 53 11 60 41 6 23 57 44 7 22 13 32--51-34--16-29--50-35 21 20 43 46 24 17 42 47 36 37 30 27 33 40 31 26 48-61- 18- 3--45-64--19 2 25 12 39 54 28 9 38 55 8 58 5 59 49-----15-----52-----14

28/

1-----63-----4-----62
 |32 34 29 |35
 60 41 6 23 57 44 7 22
 |37 56--27-10--40-53--26-11
 21 20 | 43 46 24 17 42 47 |
 |12 13 54 51 9 16 |55 50
 48-61-|-18- 3--45-64--19 2 |
 49 36 15 30 52 33 14 31
 8 | 58 5 59 |
 25-----39-----28-----38

29[15]

1-----63-----4-----62
 |56 10 53 |11
 60 25 6 39 57 28 7 38
 |13 48--51-18--16-45--50-19
 37 36 | 27 30 40 33 26 31 |
 |20 21 46 43 17 24 |47 42
 32-61-|-34- 3--29-64--35 2 |
 41 12 23 54 44 9 22 55
 8 | 58 5 59 |
 49-----15-----52-----14

30/

1-----63-----4-----62
 |48 18 45 |19
 60 25 6 39 57 28 7 38
 |21 56--43-10--24-53--42-11
 37 36 | 27 30 40 33 26 31 |
 |12 13 54 51 9 16 |55 50
 32-61-|-34- 3--29-64--35 2 |
 49 20 15 46 52 17 14 47
 8 | 58 5 59 |
 41-----23-----44-----22

35/

1-----63-----18-----48
 |56 10 39 |25
 60 41 6 23 43 58 21 8
 |13 32--51-34--30-15--36-49
 7 20 | 57 46 24 3 42 61 |
 |50 37 16 27 33 54 |31 12
 62-47-|-4-17--45-64--19 2 |
 11 26 53 40 28 9 38 55
 22 | 44 5 59 |
 35-----29-----52-----14

39/

1-----63-----34-----32
 |56 10 23 |41
 60 25 6 39 27 58 37 8
 |13 48--51-18--46-15--20-49
 7 36 | 57 30 40 3 26 61 |
 |50 21 16 43 17 54 |47 12
 62-31-|-4-33--29-64--35 2 |
 11 42 53 24 44 9 22 55
 38 | 28 5 59 |
 19-----45-----52-----14

43/

1-----63-----4-----62
 |48 18 45 |19
 56 49 10 15 53 52 11 14
 |25 32--39-34--28-29--38-35
 13 8 | 51 58 16 5 50 59 |
 |36 41 30 23 33 44 |31 22
 60-61-|-6- 3--57-64-- 7 2 |
 21 20 43 46 24 17 42 47
 12 | 54 9 55 |
 37-----27-----40-----26

47/

1-----63-----6-----60
 |48 18 43 |21
 56 49 10 15 51 54 13 12
 |25 32--39-34--30-27--36-37
 11 8 | 53 58 16 3 50 61 |
 |38 41 28 23 33 46 |31 20
 62-59-|-4- 5--57-64-- 7 2 |
 19 22 45 44 24 17 42 47
 14 | 52 9 55 |
 35-----29-----40-----26

51/

1-----63-----18-----48
 |32 34 15 |49
 56 37 10 27 39 54 25 12
 |41 60--23- 6--58-43-- 8-21
 11 20 | 53 46 28 3 38 61 |
 |22 13 44 51 5 30 |59 36
 62-47-|-4-17--45-64--19 2 |
 35 50 29 16 52 33 14 31
 26 | 40 9 55 |
 7-----57-----24-----42

53/

1-----63-----34-----32
 |48 18 15 |49
 56 21 10 43 23 54 41 12
 |25 60--39- 6--58-27-- 8-37
 11 36 | 53 30 44 3 22 61 |
 |38 13 28 51 5 46 |59 20
 62-31-|-4-33--29-64--35 2 |
 19 50 45 16 52 17 14 47
 42 | 24 9 55 |
 7-----57-----40-----26

55/

1-----63-----4-----62
 |32 34 29 |35
 48 41 18 23 45 44 19 22
 |49 56--15-10--52-53--14-11
 21 8 | 43 58 24 5 42 59 |
 |12 25 54 39 9 28 |55 38
 60-61-|-6- 3--57-64-- 7 2 |
 37 36 27 30 40 33 26 31
 20 | 46 17 47 |
 13-----51-----16-----50

57/

1-----63-----6-----60
 |32 34 27 |37
 48 41 18 23 43 46 21 20
 |49 56--15-10--54-51--12-13
 19 8 | 45 58 24 3 42 61 |
 |14 25 52 39 9 30 |55 36
 62-59-|-4- 5--57-64-- 7 2 |
 35 38 29 28 40 33 26 31
 22 | 44 17 47 |
 11-----53-----16-----50

59/

1-----63-----10-----56
 |32 34 23 |41
 48 37 18 27 39 46 25 20
 |49 60--15- 6--58-51-- 8-13
 19 12 | 45 54 28 3 38 61 |
 |14 21 52 43 5 30 |59 36
 62-55-|-4- 9--53-64--11 2 |
 35 42 29 24 44 33 22 31
 26 | 40 17 47 |
 7-----57-----16-----50

61/

1-----62-----4-----63
 |48 19 45 |18
 60 49 7 14 57 52 6 15
 |21 32--42-35--24-29--43-34
 13 12 | 50 55 16 9 51 54 |
 |36 37 31 26 33 40 |30 27
 56-61-|-11- 2--53-64--10 3 |
 25 20 38 47 28 17 39 46
 8 | 59 5 58 |
 41-----22-----44-----23

67/

1-----62-----11-----56
 |48 19 38 |25
 60 49 7 14 50 59 13 8
 |21 32--42-35--31-22--36-41
 6 12 | 57 55 16 2 51 61 |
 |43 37 24 26 33 47 |30 20
 63-54-|-4- 9--53-64--10 3 |
 18 27 45 40 28 17 39 46
 15 | 52 5 58 |
 34-----29-----44-----23

71/

1-----62-----19-----48
 |56 11 38 |25
 60 41 7 22 42 59 21 8
 |13 32--50-35--31-14--36-49
 6 20 | 57 47 24 2 43 61 |
 |51 37 16 26 33 55 |30 12
 63-46-|-4-17--45-64--18 3 |
 10 27 53 40 28 9 39 54
 23 | 44 5 58 |
 34-----29-----52-----15

75/

1-----62-----35-----32
 |56 11 22 |41
 60 25 7 38 26 59 37 8
 |13 48--50-19--47-14--20-49
 6 36 | 57 31 40 2 27 61 |
 |51 21 16 42 17 55 |46 12
 63-30-|-4-33--29-64--34 3 |
 10 43 53 24 44 9 23 54
 39 | 28 5 58 |
 18-----45-----52-----15

79/

1-----62-----4-----63
 |48 19 45 |18
 56 49 11 14 53 52 10 15
 |25 32--38-35--28-29--39-34
 13 8 | 50 59 16 5 51 58 |
 |36 41 31 22 33 44 |30 23
 60-61-|-7- 2--57-64-- 6 3 |
 21 20 42 47 24 17 43 46
 12 | 55 9 54 |
 37-----26-----40-----27

83/

1-----62-----7-----60
 |48 19 42 |21
 56 49 11 14 50 55 13 12
 |25 32--38-35--31-26--36-37
 10 8 | 53 59 16 2 51 61 |
 |39 41 28 22 33 47 |30 20
 63-58-|-4- 5--57-64-- 6 3 |
 18 23 45 44 24 17 43 46
 15 | 52 9 54 |
 34-----29-----40-----27

87/	89/	91/
1-----62-----19-----48 32 35 14 49 56 37 11 26 38 55 25 12 41 60--22- 7--59-42-- 8--21 10 20 53 47 28 2 39 61 23 13 44 50 5 31 58 36 63-46- 4-17--45-64--18 3 34 51 29 16 52 33 15 30 27 40 9 54 6-----57-----24-----43	1-----62-----35-----32 48 19 14 49 56 21 11 42 22 55 41 12 25 60--38- 7--59-26-- 8--37 10 36 53 31 44 2 23 61 39 13 28 50 5 47 58 20 63-30- 4-33--29-64--34 3 18 51 45 16 52 17 15 46 43 24 9 54 6-----57-----40-----27	1-----62----- 4-----63 32 35 29 34 48 41 19 22 45 44 18 23 49 56--14--11--52--53--15--10 21 8 42 59 24 5 43 58 12 25 55 38 9 28 54 39 60-61- 7- 2--57-64-- 6 3 37 36 26 31 40 33 27 30 20 47 17 46 13-----50-----16-----51
93/	95/	97/
1-----62----- 7-----60 32 35 26 37 48 41 19 22 42 47 21 20 49 56--14--11--55--50--12--13 18 8 45 59 24 2 43 61 15 25 52 38 9 31 54 36 63-58- 4- 5--57-64-- 6 3 34 39 29 28 40 33 27 30 23 44 17 46 10-----53-----16-----51	1-----62-----11-----56 32 35 22 41 48 37 19 26 38 47 25 20 49 60--14- 7--59-50-- 8--13 18 12 45 55 28 2 39 61 15 21 52 42 5 31 58 36 63-54- 4- 9--53-64--10 3 34 43 29 24 44 33 23 30 27 40 17 46 6-----57-----16-----51	1-----60----- 6-----63 48 21 43 18 56 49 13 12 51 54 10 15 25 32--36--37--30--27--39--34 11 8 50 61 16 3 53 58 38 41 31 20 33 46 28 23 62-59- 7- 2--57-64-- 4 5 19 22 42 47 24 17 45 44 14 55 9 52 35-----26-----40-----29
101/	105/	107/
1-----60----- 7-----62 48 21 42 19 56 49 13 12 50 55 11 14 25 32--36--37--31--26--38--35 10 8 51 61 16 2 53 59 39 41 30 20 33 47 28 22 63-58- 6- 3--57-64-- 4 5 18 23 43 46 24 17 45 44 15 54 9 52 34-----27-----40-----29	1-----60-----21-----48 32 37 12 49 56 35 13 26 36 55 25 14 41 62--20- 7--61-42-- 8--19 10 22 51 47 30 2 39 59 23 11 46 50 3 31 58 38 63-44- 6-17--43-64--18 5 34 53 27 16 54 33 15 28 29 40 9 52 4-----57-----24-----45	1-----60-----37-----32 48 21 12 49 56 19 13 42 20 55 41 14 25 62--36- 7--61--26-- 8--35 10 38 51 31 46 2 23 59 39 11 30 50 3 47 58 22 63-28- 6-33--27-64--34 5 18 53 43 16 54 17 15 44 45 24 9 52 4-----57-----40-----29
109/	111/	113/
1-----60----- 6-----63 32 37 27 34 48 41 21 20 43 46 18 23 49 56--12--13--54--51--15--10 19 8 42 61 24 3 45 58 14 25 55 36 9 30 52 39 62-59- 7- 2--57-64-- 4 5 35 38 26 31 40 33 29 28 22 47 17 44 11-----50-----16-----53	1-----60----- 7-----62 32 37 26 35 48 41 21 20 42 47 19 22 49 56--12--13--55--50--14--11 18 8 43 61 24 2 45 59 15 25 54 36 9 31 52 38 63-58- 6- 3--57-64-- 4 5 34 39 27 30 40 33 29 28 23 46 17 44 10-----51-----16-----53	1-----60-----13-----56 32 37 20 41 48 35 21 26 36 47 25 22 49 62--12- 7--61--50-- 8--11 18 14 43 55 30 2 39 59 15 19 54 42 3 31 58 38 63-52- 6- 9--51-64--10 5 34 45 27 24 46 33 23 28 29 40 17 44 4-----57-----16-----53
115/	117/	119/
1-----56-----10-----63 32 41 23 34 48 37 25 20 39 46 18 27 49 60-- 8-13--58--51--15-- 6 19 12 38 61 28 3 45 54 14 21 59 36 5 30 52 43 62-55- 11- 2--53-64-- 4 9 35 42 22 31 44 33 29 24 26 47 17 40 7-----50-----16-----57	1-----56-----11-----62 32 41 22 35 48 37 25 20 38 47 19 26 49 60-- 8-13--59--50--14-- 7 18 12 39 61 28 2 45 55 15 21 58 36 5 31 52 42 63-54- 10- 3--53-64-- 4 9 34 43 23 30 44 33 29 24 27 46 17 40 6-----51-----16-----57	1-----56-----13-----60 32 41 20 37 48 35 25 22 36 47 21 26 49 62-- 8-11--61--50--12-- 7 18 14 39 59 30 2 43 55 15 19 58 38 3 31 54 42 63-52- 10- 5--51-64-- 6 9 34 45 23 28 46 33 27 24 29 44 17 40 4-----53-----16-----57

[Count = 120] OK!

** Calculated and Listed by Kanji Setsuda on Sep. 19, 2013 with MacOSX 10.8.5 & Xcode 5.0 **

この 120個を基本解 15個([n]付き)から、再構成しようというのである。どうするか。作戦を次のように立てた。

- (1) $15 \times 8 = 120$ だから、全体を 8 個ずつ 15 のグループに分けて、その各グループに大基本解が 1 個ずつ含まれるようにしたい。
- (2) そして、各大基本解から他の 7 個を変換法によって作り出す。
- (3) できれば、その変換法は、全グループに共通のものを見つけてやりたい。

48/ 1-----63-----6-----60 32 34 27 37 56 49 10 15 51 54 13 12 41 48--23-18-46-43--20-21 11 8 53 58 16 3 50 61 22 25 44 39 17 30 47 36 62-59- 4- 5-57-64--7 2 35 38 29 28 40 33 26 31 14 52 9 55 19-----45-----24-----42	<-- Difference --> *-----60-----*-----63 * 37 * * 34 * * 13 12 * * 10 15 * *--20-21--* *--23-18 * * 50 61 * * 53 58 * * 47 36 * * 44 39 *--*-- 7- 2--*--*--4 5 * * 26 31 * * 29 28 * 55 * 52 *-----42-----*-----45	98/ 1-----60-----6-----63 32 37 27 34 56 49 13 12 51 54 10 15 41 48--20-21--46-43--23-18 11 8 50 61 16 3 53 58 22 25 47 36 17 30 44 39 62-59- 7- 2--57-64--4 5 35 38 26 31 40 33 29 28 14 55 9 52 19-----42-----24-----45
67/ 1-----62-----11-----56 48 19 38 25 60 49 7 14 50 59 13 8 21 32--42-35--31-22--36-41 6 12 57 55 16 2 51 61 43 37 24 26 33 47 30 20 63-54- 4- 9-53-64--10 3 18 27 45 40 28 17 39 46 15 52 5 58 34-----29-----44-----23	<-- Difference --> *-----*-----*-----* 32 35 22 41 * * * * * * * * 37 48--26-19--47-38--20-25 * * * * * * * * * * 27 21 40 42 17 31 46 36 *--*-- *--*--*--*--* * 34 43 29 24 44 33 23 30 * * * * * 18-----45-----28-----39	68/ 1-----62-----11-----56 32 35 22 41 60 49 7 14 50 59 13 8 37 48--26-19--47-38--20-25 6 12 57 55 16 2 51 61 27 21 40 42 17 31 46 36 63-54- 4- 9-53-64--10 3 34 43 29 24 44 33 23 30 15 52 5 58 18-----45-----28-----39
97/ 1-----60-----6-----63 48 21 43 18 56 49 13 12 51 54 10 15 25 32--36-37--30-27--39-34 11 8 50 61 16 3 53 58 38 41 31 20 33 46 28 23 62-59- 7- 2--57-64--4 5 19 22 42 47 24 17 45 44 14 55 9 52 35-----26-----40-----29	<-- Difference --> *-----*-----*-----* 32 37 27 34 * * * * * * * * 41 48--20-21--46-43--23-18 * * * * * * * * * * 22 25 47 36 17 30 44 39 *--*-- *--*--*--*--* * 35 38 26 31 40 33 29 28 * * * * * 19-----42-----24-----45	98/ 1-----60-----6-----63 32 37 27 34 56 49 13 12 51 54 10 15 41 48--20-21--46-43--23-18 11 8 50 61 16 3 53 58 22 25 47 36 17 30 44 39 62-59- 7- 2--57-64--4 5 35 38 26 31 40 33 29 28 14 55 9 52 19-----42-----24-----45

次に、抽出した変換法を仮定して、実際に基本解を変形してみる。そして、その結果が120個の標準解の中に収まるかどうかを調べる。有れば、再構成に成功したことになる。

リストの中に無くても、正規化条件から外れたものかどうかを調べて、もしそうであれば、矯正手術を試みる。そして「合格」するかどうかを調べるのである。

随分とたくさんの変換法を抽出して試し、それで標準解を再構成できるかどうかを根気よく調べた。1回でダメなら、2回連続して違った変換を試みることもした。

見つかった変換法は、3種類。それで十分だった。次のようなものだ。

[Transform: Type 7]

1/ 1-----63-----6-----60 48 18 43 21 62 49 4 15 57 54 7 12 19 32--45-34--24-27--42-37 11 14 53 52 16 9 50 55 38 35 28 29 33 40 31 26 56-59- 10- 5-51-64--13 2 25 22 39 44 30 17 36 47 8 58 3 61 41-----23-----46-----20	<-- Transform: T7 --> *-----*-----*-----* 32 34 27 37 * * * * * * * * 35 48--29-18--40-43--26-21 * * * * * * * * * * 22 19 44 45 17 24 47 42 *--*-- *--*--*--*--* * 41 38 23 28 46 33 20 31 * * * * * 25-----39-----30-----36	2/ 1-----63-----6-----60 32 34 27 37 62 49 4 15 57 54 7 12 35 48--29-18--40-43--26-21 11 14 53 52 16 9 50 55 22 19 44 45 17 24 47 42 56-59- 10- 5-51-64--13 2 41 38 23 28 46 33 20 31 8 58 3 61 25-----39-----30-----36
47/ 1-----63-----6-----60 48 18 43 21 56 49 10 15 51 54 13 12 25 32--39-34--30-27--36-37 11 8 53 58 16 3 50 61 38 41 28 23 33 46 31 20 62-59- 4- 5-57-64--7 2 19 22 45 44 24 17 42 47 14 52 9 55 35-----29-----40-----26	<-- Transform: T7 --> *-----*-----*-----* 32 34 27 37 * * * * * * * * 41 48--23-18--46-43--20-21 * * * * * * * * * * 22 25 44 39 17 30 47 36 *--*-- *--*--*--*--* * 35 38 29 28 40 33 26 31 * * * * * 19-----45-----24-----42	48/ 1-----63-----6-----60 32 34 27 37 56 49 10 15 51 54 13 12 41 48--23-18--46-43--20-21 11 8 53 58 16 3 50 61 22 25 44 39 17 30 47 36 62-59- 4- 5-57-64--7 2 35 38 29 28 40 33 26 31 14 52 9 55 19-----45-----24-----42

48/
 1-----63-----6-----60
 |32 34 27 |37
 56 49 10 15 51 54 13 12
 |41 48-23-18-46-43-20-21
 11 8 |53 58 16 3 50 61 |
 |22 25 44 39 17 30 |47 36
 62-59-|4-5-57-64-7 2 |
 35 38 29 28 40 33 26 31
 14 | 52 9 55 |
 19-----45-----24-----42

<-- Transform: T7 -->
 ----------*-----*
 |48 18 43 |21
 * * * * * * * * * *
 |25 32-39-34-30-27-36-37
 * * | * * * * * * * * |
 |38 41 28 23 33 46 |31 20
 -|-*-*-*-*-*-*-*|*|
 19 22 45 44 24 17 42 47
 * | * * * * |
 35-----29-----40-----26

47/
 1-----63-----6-----60
 |48 18 43 |21
 56 49 10 15 51 54 13 12
 |25 32-39-34-30-27-36-37
 11 8 |53 58 16 3 50 61 |
 |38 41 28 23 33 46 |31 20
 62-59-|4-5-57-64-7 2 |
 19 22 45 44 24 17 42 47
 14 | 52 9 55 |
 35-----29-----40-----26

[Transform: Type 8]

1/
 1-----63-----6-----60
 |48 18 43 |21
 62 49 4 15 57 54 7 12
 |19 32-45-34-24-27-42-37
 11 14 |53 52 16 9 50 55 |
 |38 35 28 29 33 40 |31 26
 56-59-|10-5-51-64-13 2 |
 25 22 39 44 30 17 36 47
 8 | 58 3 61 |
 41-----23-----46-----20

<-- Transform: T8 -->
 ----------*-----*
 | * * * * * | *
 56 * 10 * 51 * 13 *
 |25 *-39-* -30-* -36-*
 * 8 | * 58 * 3 * 61 |
 | * 41 * 23 * 46 | * 20
 62-*|-4-* -57-* -7 * |
 19 * 45 * 24 * 42 *
 14 | 52 9 55 |
 35-----29-----40-----26

47/
 1-----63-----6-----60
 |48 18 43 |21
 56 49 10 15 51 54 13 12
 |25 32-39-34-30-27-36-37
 11 8 |53 58 16 3 50 61 |
 |38 41 28 23 33 46 |31 20
 62-59-|4-5-57-64-7 2 |
 19 22 45 44 24 17 42 47
 14 | 52 9 55 |
 35-----29-----40-----26

2/
 1-----63-----6-----60
 |32 34 27 |37
 62 49 4 15 57 54 7 12
 |35 48-29-18-40-43-26-21
 11 14 |53 52 16 9 50 55 |
 |22 19 44 45 17 24 |47 42
 56-59-|10-5-51-64-13 2 |
 41 38 23 28 46 33 20 31
 8 | 58 3 61 |
 25-----39-----30-----36

<-- Transform: T8 -->
 ----------*-----*
 | * * * * * | *
 56 * 10 * 51 * 13 *
 |41 *-23-* -46-* -20-*
 * 8 | * 58 * 3 * 61 |
 | * 25 * 39 * 30 | * 36
 62-*|-4-* -57-* -7 * |
 35 * 29 * 40 * 26 *
 14 | 52 9 55 |
 19-----45-----24-----42

48/
 1-----63-----6-----60
 |32 34 27 |37
 56 49 10 15 51 54 13 12
 |41 48-23-18-46-43-20-21
 11 8 |53 58 16 3 50 61 |
 |22 25 44 39 17 30 |47 36
 62-59-|4-5-57-64-7 2 |
 35 38 29 28 40 33 26 31
 14 | 52 9 55 |
 19-----45-----24-----42

[Transform: Type 9]

47/
 1-----63-----6-----60
 |48 18 43 |21
 56 49 10 15 51 54 13 12
 |25 32-39-34-30-27-36-37
 11 8 |53 58 16 3 50 61 |
 |38 41 28 23 33 46 |31 20
 62-59-|4-5-57-64-7 2 |
 19 22 45 44 24 17 42 47
 14 | 52 9 55 |
 35-----29-----40-----26

<-- Transform: T9 -->
 -----60----------63
 | * 21 * |18
 * * 13 12 * * 10 15
 | * * -36-37- * - * -39-34
 * * | 50 61 * * 53 58 |
 | * * 31 20 * * |28 23
 -|-7-2-* - * -4 5 |
 * * 42 47 * * 45 44
 * | 55 * 52 |
 -----26----------29

97/
 1-----60-----6-----63
 |48 21 43 |18
 56 49 13 12 51 54 10 15
 |25 32-36-37-30-27-39-34
 11 8 |50 61 16 3 53 58 |
 |38 41 31 20 33 46 |28 23
 62-59-|7-2-57-64-4 5 |
 19 22 42 47 24 17 45 44
 14 | 55 9 52 |
 35-----26-----40-----29

48/
 1-----63-----6-----60
 |32 34 27 |37
 56 49 10 15 51 54 13 12
 |41 48-23-18-46-43-20-21
 11 8 |53 58 16 3 50 61 |
 |22 25 44 39 17 30 |47 36
 62-59-|4-5-57-64-7 2 |
 35 38 29 28 40 33 26 31
 14 | 52 9 55 |
 19-----45-----24-----42

<-- Transform: T9 -->
 -----60----------63
 | * 37 * |34
 * * 13 12 * * 10 15
 | * * -20-21- * - * -23-18
 * * | 50 61 * * 53 58 |
 | * * 47 36 * * |44 39
 -|-7-2-* - * -4 5 |
 * * 26 31 * * 29 28
 * | 55 * 52 |
 -----42----------45

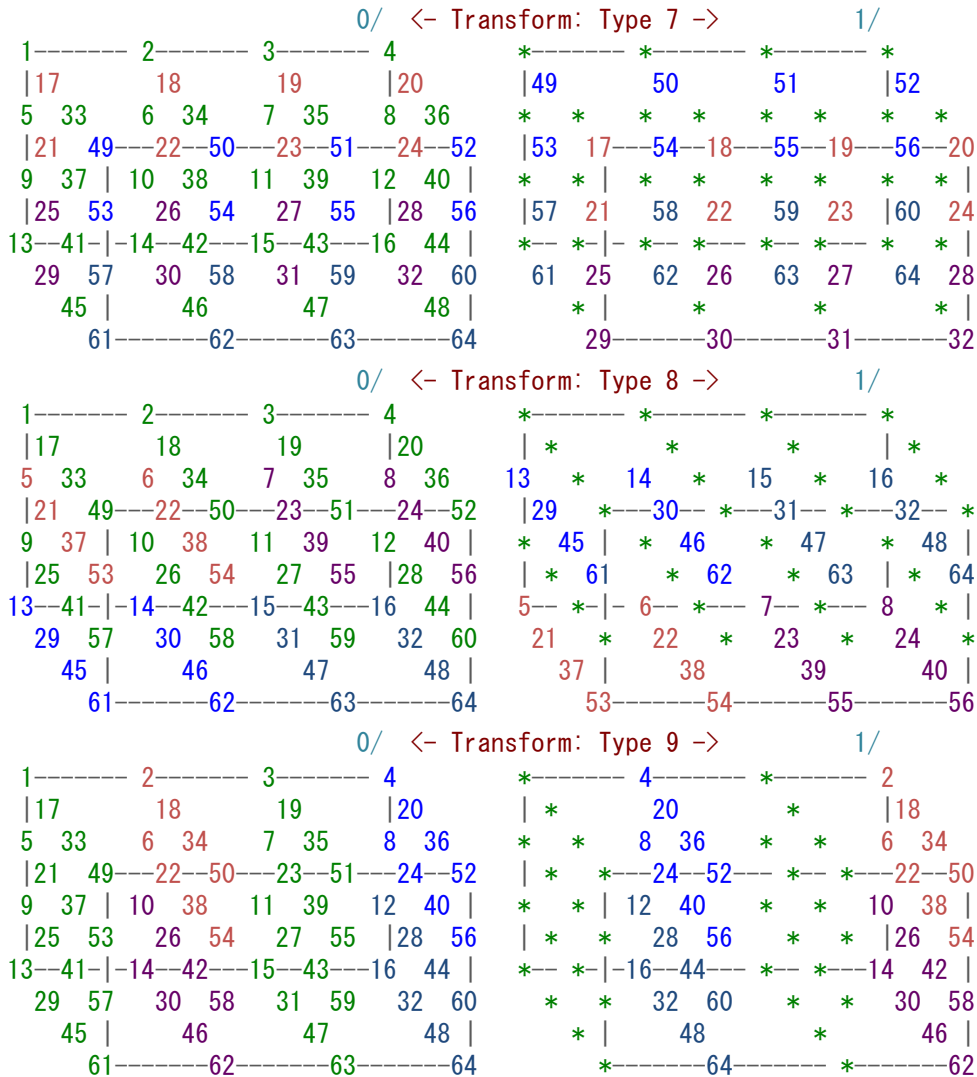
98/
 1-----60-----6-----63
 |32 37 27 |34
 56 49 13 12 51 54 10 15
 |41 48-20-21-46-43-23-18
 11 8 |50 61 16 3 53 58 |
 |22 25 47 36 17 30 |44 39
 62-59-|7-2-57-64-4 5 |
 35 38 26 31 40 33 29 28
 14 | 55 9 52 |
 19-----42-----24-----45

67/
 1-----62-----11-----56
 |48 19 38 |25
 60 49 7 14 50 59 13 8
 |21 32-42-35-31-22-36-41
 6 12 |57 55 16 2 51 61 |
 |43 37 24 26 33 47 |30 20
 63-54-|4-9-53-64-10 3 |
 18 27 45 40 28 17 39 46
 15 | 52 5 58 |
 34-----29-----44-----23

<-- Transform: T9 -->
 -----56----------62
 | * 25 * |19
 * * 13 8 * * 7 14
 | * * -36-41- * - * -42-35
 * * | 51 61 * * 57 55 |
 | * * 30 20 * * |24 26
 -|-10-3-* - * -4 9 |
 * * 39 46 * * 45 40
 * | 58 * 52 |
 -----23----------29

<-- Normalized --> 97/
 1-----60-----6-----63
 |48 21 43 |18
 56 49 13 12 51 54 10 15
 |25 32-36-37-30-27-39-34
 11 8 |50 61 16 3 53 58 |
 |38 41 31 20 33 46 |28 23
 62-59-|7-2-57-64-4 5 |
 19 22 42 47 24 17 45 44
 14 | 55 9 52 |
 35-----26-----40-----29

**** 変換法の概念図 ****



どれもが、半数交換法だ。良く見ると、この3つは実は同じことをしている。前後・上下・左右と方向こそ違い、第2面と第4面を交換している。それは変わりが無い。この3つをプログラムに書くと、次のようになる。

```
//
/** Transformation Programs *
void trans7(){
short n;
for(n=0;n<65;n++){dnm[n]=cnm[n];}
dnm[17]=cnm[49]; dnm[18]=cnm[50]; dnm[19]=cnm[51]; dnm[20]=cnm[52];
dnm[21]=cnm[53]; dnm[22]=cnm[54]; dnm[23]=cnm[55]; dnm[24]=cnm[56];
dnm[25]=cnm[57]; dnm[26]=cnm[58]; dnm[27]=cnm[59]; dnm[28]=cnm[60];
dnm[29]=cnm[61]; dnm[30]=cnm[62]; dnm[31]=cnm[63]; dnm[32]=cnm[64];
dnm[49]=cnm[17]; dnm[50]=cnm[18]; dnm[51]=cnm[19]; dnm[52]=cnm[20];
dnm[53]=cnm[21]; dnm[54]=cnm[22]; dnm[55]=cnm[23]; dnm[56]=cnm[24];
dnm[57]=cnm[25]; dnm[58]=cnm[26]; dnm[59]=cnm[27]; dnm[60]=cnm[28];
dnm[61]=cnm[29]; dnm[62]=cnm[30]; dnm[63]=cnm[31]; dnm[64]=cnm[32];
}
//
void trans8(){
short n;
for(n=0;n<65;n++){dnm[n]=cnm[n];}
dnm[5]=cnm[13]; dnm[6]=cnm[14]; dnm[7]=cnm[15]; dnm[8]=cnm[16];
dnm[21]=cnm[29]; dnm[22]=cnm[30]; dnm[23]=cnm[31]; dnm[24]=cnm[32];
dnm[37]=cnm[45]; dnm[38]=cnm[46]; dnm[39]=cnm[47]; dnm[40]=cnm[48];
dnm[53]=cnm[61]; dnm[54]=cnm[62]; dnm[55]=cnm[63]; dnm[56]=cnm[64];
dnm[13]=cnm[5]; dnm[14]=cnm[6]; dnm[15]=cnm[7]; dnm[16]=cnm[8];
```



```

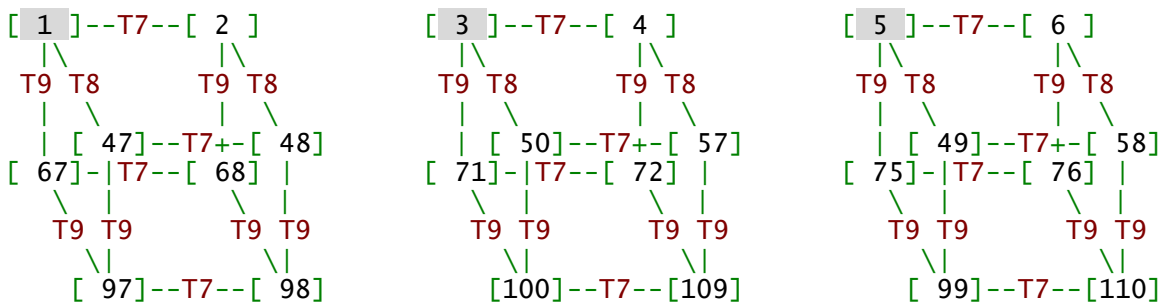
dnm[29]=cnm[21]; dnm[30]=cnm[22]; dnm[31]=cnm[23]; dnm[32]=cnm[24];
dnm[45]=cnm[37]; dnm[46]=cnm[38]; dnm[47]=cnm[39]; dnm[48]=cnm[40];
dnm[61]=cnm[53]; dnm[62]=cnm[54]; dnm[63]=cnm[55]; dnm[64]=cnm[56];
}
//
void trans9(){
short n;
for(n=0;n<65;n++){dnm[n]=cnm[n];}
dnm[2]=cnm[4]; dnm[18]=cnm[20]; dnm[34]=cnm[36]; dnm[50]=cnm[52];
dnm[6]=cnm[8]; dnm[22]=cnm[24]; dnm[38]=cnm[40]; dnm[54]=cnm[56];
dnm[10]=cnm[12]; dnm[26]=cnm[28]; dnm[42]=cnm[44]; dnm[58]=cnm[60];
dnm[14]=cnm[16]; dnm[30]=cnm[32]; dnm[46]=cnm[48]; dnm[62]=cnm[64];
dnm[4]=cnm[2]; dnm[20]=cnm[18]; dnm[36]=cnm[34]; dnm[52]=cnm[50];
dnm[8]=cnm[6]; dnm[24]=cnm[22]; dnm[40]=cnm[38]; dnm[56]=cnm[54];
dnm[12]=cnm[10]; dnm[28]=cnm[26]; dnm[44]=cnm[42]; dnm[60]=cnm[58];
dnm[16]=cnm[14]; dnm[32]=cnm[30]; dnm[48]=cnm[46]; dnm[64]=cnm[62];
}
//

```

この3つを次々と組み合わせて、各グループの基本解から変換しつつ、他の7解を作り出してゆく。下の「遷移図」に従って説明しよう。

例えば、下の第1のグループでは、先ず基本解の第1番に対して3種類の変換を施し、第2番解・第47番解・第67番解を得る。その続きはやり方がいろいろ可能だが、例えば、第2番解に対して2種類の変換を施し、第48番解と第68番解を得る。残るは2つだ。第47番解から第97番解を、第48番解から第98番解を得るのが、簡単そうだ。

**** 手順を示す「遷移図」 ****



他のグループでも、やり方は同じだ。左上隅に基本解を置き、それに対してT7, T8, T9という3種類の変換を施す。その結果に対して、順次T8, T9を施し、他の全7解を得る。

.....

果たしてこのやり方で全部が全部、重複も無く欠落も無く、うまく行くものだろうか？

しかし、やはりそう簡単には問屋が卸さなかった。

あるグループで成功しても、他のグループでは、変なことが起きてしまうのである。

- (1) 変換した解の幾つかは、リストに見つからない。やはり「規格外」の解が出来てしまう。
- (2) そこでそれをいろいろ回転させたりして、何とか「規格内」に収めると、その先がハチャメチャになってしまう。

原因を探ると、変換した結果が標準解の正規化条件 ($n_2 > n_5 > n_{17}$) から外れている。

これをどうするかで随分と悩んだ。いろいろ調べて、やはり一番正しい方法は、正規化条件を外し、全てを「原始解」のレベルで変換するのが良いのではと思いついた。

だが、それでは解の総数が $n_1 = 1$ の時に720個にもなる。15個のグループに分けると、1個あたり48解も再構成しなければならない。これは多過ぎる。非現実的だ。

何とか全体で120個、各グループ8個ずつのスケールに収めることはできないか。

- (1) 規格外の解を矯正して、何とか「規格内」に収める工夫を講じる。
- (2) 正規化矯正手術は、途中では行わず、最後にまとめて検査して、一括して行う。等々。

そのためのプログラムを次のように組んだ。

```

//
/** Normalization *
void normlz(){
  short n;
  for(n=1;n<65;n++){cnm[n]=dnm[n];}
  if((dnm[2]>dnm[5])&&(dnm[5]>dnm[17])){return;}
  if((dnm[2]>dnm[17])&&(dnm[17]>dnm[5])){nrml1();}
  if((dnm[2]>dnm[5])&&(dnm[5]>dnm[17])){return;}
  if((dnm[5]>dnm[2])&&(dnm[2]>dnm[17])){nrml4();}
  if((dnm[2]>dnm[5])&&(dnm[5]>dnm[17])){return;}
  if((dnm[17]>dnm[5])&&(dnm[5]>dnm[2])){nrml2();}
  if((dnm[2]>dnm[5])&&(dnm[5]>dnm[17])){return;}
  if((dnm[17]>dnm[2])&&(dnm[2]>dnm[5])){nrml();}
  if((dnm[2]>dnm[5])&&(dnm[5]>dnm[17])){return;}
  if((dnm[5]>dnm[17])&&(dnm[17]>dnm[2])){nrml3();}
  if((dnm[2]>dnm[5])&&(dnm[5]>dnm[17])){return;}
}
/** Normalize 0 *
void nrml(){
  short n;
  dnm[1]=cnm[1];   dnm[2]=cnm[17];   dnm[3]=cnm[33];   dnm[4]=cnm[49];
  dnm[5]=cnm[2];   dnm[6]=cnm[18];   dnm[7]=cnm[34];   dnm[8]=cnm[50];
  dnm[9]=cnm[3];   dnm[10]=cnm[19];   dnm[11]=cnm[35];   dnm[12]=cnm[51];
  dnm[13]=cnm[4];   dnm[14]=cnm[20];   dnm[15]=cnm[36];   dnm[16]=cnm[52];
  dnm[17]=cnm[5];   dnm[18]=cnm[21];   dnm[19]=cnm[37];   dnm[20]=cnm[53];
  dnm[21]=cnm[6];   dnm[22]=cnm[22];   dnm[23]=cnm[38];   dnm[24]=cnm[54];
  dnm[25]=cnm[7];   dnm[26]=cnm[23];   dnm[27]=cnm[39];   dnm[28]=cnm[55];
  dnm[29]=cnm[8];   dnm[30]=cnm[24];   dnm[31]=cnm[40];   dnm[32]=cnm[56];
  dnm[33]=cnm[9];   dnm[34]=cnm[25];   dnm[35]=cnm[41];   dnm[36]=cnm[57];
  dnm[37]=cnm[10];  dnm[38]=cnm[26];   dnm[39]=cnm[42];   dnm[40]=cnm[58];
  dnm[41]=cnm[11];  dnm[42]=cnm[27];   dnm[43]=cnm[43];   dnm[44]=cnm[59];
  dnm[45]=cnm[12];  dnm[46]=cnm[28];   dnm[47]=cnm[44];   dnm[48]=cnm[60];
  dnm[49]=cnm[13];  dnm[50]=cnm[29];   dnm[51]=cnm[45];   dnm[52]=cnm[61];
  dnm[53]=cnm[14];  dnm[54]=cnm[30];   dnm[55]=cnm[46];   dnm[56]=cnm[62];
  dnm[57]=cnm[15];  dnm[58]=cnm[31];   dnm[59]=cnm[47];   dnm[60]=cnm[63];
  dnm[61]=cnm[16];  dnm[62]=cnm[32];   dnm[63]=cnm[48];   dnm[64]=cnm[64];
  for(n=1;n<65;n++){cnm[n]=dnm[n];}
}
//
/** Normalize 1 *
void nrml1(){
  short n;
  dnm[1]=cnm[1];   dnm[2]=cnm[2];   dnm[3]=cnm[3];   dnm[4]=cnm[4];
  dnm[5]=cnm[17];  dnm[6]=cnm[18];  dnm[7]=cnm[19];  dnm[8]=cnm[20];
  dnm[9]=cnm[33];  dnm[10]=cnm[34]; dnm[11]=cnm[35]; dnm[12]=cnm[36];
  dnm[13]=cnm[49]; dnm[14]=cnm[50]; dnm[15]=cnm[51]; dnm[16]=cnm[52];
  dnm[17]=cnm[5];  dnm[18]=cnm[6];  dnm[19]=cnm[7];  dnm[20]=cnm[8];
  dnm[21]=cnm[21]; dnm[22]=cnm[22]; dnm[23]=cnm[23]; dnm[24]=cnm[24];
  dnm[25]=cnm[37]; dnm[26]=cnm[38]; dnm[27]=cnm[39]; dnm[28]=cnm[40];
  dnm[29]=cnm[53]; dnm[30]=cnm[54]; dnm[31]=cnm[55]; dnm[32]=cnm[56];
  dnm[33]=cnm[9];  dnm[34]=cnm[10]; dnm[35]=cnm[11]; dnm[36]=cnm[12];
  dnm[37]=cnm[25]; dnm[38]=cnm[26]; dnm[39]=cnm[27]; dnm[40]=cnm[28];
  dnm[41]=cnm[41]; dnm[42]=cnm[42]; dnm[43]=cnm[43]; dnm[44]=cnm[44];
  dnm[45]=cnm[57]; dnm[46]=cnm[58]; dnm[47]=cnm[59]; dnm[48]=cnm[60];
  dnm[49]=cnm[13]; dnm[50]=cnm[14]; dnm[51]=cnm[15]; dnm[52]=cnm[16];
  dnm[53]=cnm[29]; dnm[54]=cnm[30]; dnm[55]=cnm[31]; dnm[56]=cnm[32];
  dnm[57]=cnm[45]; dnm[58]=cnm[46]; dnm[59]=cnm[47]; dnm[60]=cnm[48];
  dnm[61]=cnm[61]; dnm[62]=cnm[62]; dnm[63]=cnm[63]; dnm[64]=cnm[64];
  for(n=1;n<65;n++){cnm[n]=dnm[n];}
}
//
void nrml2(){
  nrml();
  nrml1();
}
//

```

```

void nrml3(){
  nrml();
  nrml();
}
//
void nrml4(){
  nrml();
  nrml();
  nrml1();
}
//

```

ここでしているのは、二次元の場合の「反転」と「回転」に相当する手術で、三次元の各面どうしの間で交換したり、主対角線を軸に全体を「傘回転」させたりしている。そうして何とか $n2 > n5 > n17$ に収まるように工夫してみた。

早速にも組んだプログラムの全体を示そう。と思うのだが、プログラミングに慣れていない人には、退屈かもしれないので、リストは文末に移動して掲載する。

ざっと目を通すだけでもしてほしい。プログラム・リストが簡単で、非常に短い。多分驚かれると思う。変換法があるだけで、いつもの面倒な計算が全然無いからだ。

ここでは、先に再構成の成果のリストを見ていただこう。

**** Reconstruction of 'Composite & Complete' Magic Cubes of Order 4 ****
**** by Direct Transformation of F15 into F120 Standard Solutions ****

[G.n] はグループ番号; m[n] は連続番号と[古い解番号]を意味する。

[G. 1]

<p style="text-align: center; color: blue;">1[1]</p> <pre> 1-----63----- 6-----60 48 18 43 21 62 49 4 15 57 54 7 12 19 32--45-34--24-27--42-37 11 14 53 52 16 9 50 55 38 35 28 29 33 40 31 26 56-59- -10- 5--51-64---13 2 25 22 39 44 30 17 36 47 8 58 3 61 41-----23-----46-----20 </pre>	<p style="text-align: center; color: blue;">2[2]</p> <pre> 1-----63----- 6-----60 32 34 27 37 62 49 4 15 57 54 7 12 35 48--29-18--40-43--26-21 11 14 53 52 16 9 50 55 22 19 44 45 17 24 47 42 56-59- -10- 5--51-64---13 2 41 38 23 28 46 33 20 31 8 58 3 61 25-----39-----30-----36 </pre>
<p style="text-align: center; color: blue;">3[47]</p> <pre> 1-----63----- 6-----60 48 18 43 21 56 49 10 15 51 54 13 12 25 32--39-34--30-27--36-37 11 8 53 58 16 3 50 61 38 41 28 23 33 46 31 20 62-59- - 4- 5--57-64--- 7 2 19 22 45 44 24 17 42 47 14 52 9 55 35-----29-----40-----26 </pre>	<p style="text-align: center; color: blue;">4[48]</p> <pre> 1-----63----- 6-----60 32 34 27 37 56 49 10 15 51 54 13 12 41 48--23-18--46-43--20-21 11 8 53 58 16 3 50 61 22 25 44 39 17 30 47 36 62-59- - 4- 5--57-64--- 7 2 35 38 29 28 40 33 26 31 14 52 9 55 19-----45-----24-----42 </pre>
<p style="text-align: center; color: blue;">5[67]</p> <pre> 1-----62-----11-----56 48 19 38 25 60 49 7 14 50 59 13 8 21 32--42-35--31-22--36-41 6 12 57 55 16 2 51 61 43 37 24 26 33 47 30 20 63-54- - 4- 9--53-64---10 3 18 27 45 40 28 17 39 46 15 52 5 58 34-----29-----44-----23 </pre>	<p style="text-align: center; color: blue;">6[68]</p> <pre> 1-----62-----11-----56 32 35 22 41 60 49 7 14 50 59 13 8 37 48--26-19--47-38--20-25 6 12 57 55 16 2 51 61 27 21 40 42 17 31 46 36 63-54- - 4- 9--53-64---10 3 34 43 29 24 44 33 23 30 15 52 5 58 18-----45-----28-----39 </pre>

7[97]

```

1-----60-----6-----63
|48      21      43      |18
56 49  13 12  51 54  10 15
|25 32--36--37--30--27--39--34
11  8 | 50 61  16  3  53 58 |
|38 41  31 20  33 46 |28 23
62-59-| 7- 2--57-64-- 4  5 |
 19 22  42 47  24 17  45 44
   14 |   55      9      52 |
   35-----26-----40-----29

```

8[98]

```

1-----60-----6-----63
|32      37      27      |34
56 49  13 12  51 54  10 15
|41 48--20--21--46--43--23--18
11  8 | 50 61  16  3  53 58 |
|22 25  47 36  17 30 |44 39
62-59-| 7- 2--57-64-- 4  5 |
 35 38  26 31  40 33  29 28
   14 |   55      9      52 |
   19-----42-----24-----45

```

[G. 2]

9[3]

```

1-----63-----6-----60
|56      10      51      |13
62 41  4 23  57 46  7 20
|11 32--53--34--16--27--50--37
19 22 | 45 44  24 17  42 47 |
|38 35  28 29  33 40 |31 26
48-59-|18- 5--43-64--21  2 |
 25 14  39 52  30  9  36 55
   8 |   58      3      61 |
   49-----15-----54-----12

```

10[4]

```

1-----63-----6-----60
|32      34      27      |37
62 41  4 23  57 46  7 20
|35 56--29--10--40--51--26--13
19 22 | 45 44  24 17  42 47 |
|14 11  52 53  9 16 |55 50
48-59-|18- 5--43-64--21  2 |
 49 38  15 28  54 33  12 31
   8 |   58      3      61 |
   25-----39-----30-----36

```

11[50]

```

1-----63-----6-----60
|48      18      43      |21
56 19  10 45  51 24  13 42
|25 62--39-- 4--30--57--36-- 7
41 38 | 23 28  46 33  20 31 |
| 8 11  58 53  3 16 |61 50
32-59-|34- 5--27-64--37  2 |
 49 22  15 44  54 17  12 47
   14 |   52      9      55 |
   35-----29-----40-----26

```

12[57]

```

1-----63-----6-----60
|32      34      27      |37
48 41  18 23  43 46  21 20
|49 56--15--10--54--51--12--13
19  8 | 45 58  24  3  42 61 |
|14 25  52 39  9 30 |55 36
62-59-| 4- 5--57-64-- 7  2 |
 35 38  29 28  40 33  26 31
   22 |   44      17      47 |
   11-----53-----16-----50

```

13[71]

```

1-----62-----19-----48
|56      11      38      |25
60 41  7 22  42 59  21  8
|13 32--50--35--31--14--36--49
6 20 | 57 47  24  2  43 61 |
|51 37  16 26  33 55 |30 12
63-46-| 4-17--45-64--18  3 |
 10 27  53 40  28  9  39 54
   23 |   44      5      58 |
   34-----29-----52-----15

```

14[72]

```

1-----62-----19-----48
|32      35      14      |49
60 41  7 22  42 59  21  8
|37 56--26--11--55--38--12--25
6 20 | 57 47  24  2  43 61 |
|27 13  40 50  9 31 |54 36
63-46-| 4-17--45-64--18  3 |
 34 51  29 16  52 33  15 30
   23 |   44      5      58 |
   10-----53-----28-----39

```

15[100]

```

1-----60-----6-----63
|48      21      43      |18
56 19  13 42  51 24  10 45
|25 62--36-- 7--30--57--39-- 4
41 38 | 20 31  46 33  23 28 |
| 8 11  61 50  3 16 |58 53
32-59-|37- 2--27-64--34  5 |
 49 22  12 47  54 17  15 44
   14 |   55      9      52 |
   35-----26-----40-----29

```

16[109]

```

1-----60-----6-----63
|32      37      27      |34
48 41  21 20  43 46  18 23
|49 56--12--13--54--51--15--10
19  8 | 42 61  24  3  45 58 |
|14 25  55 36  9 30 |52 39
62-59-| 7- 2--57-64-- 4  5 |
 35 38  26 31  40 33  29 28
   22 |   47      17      44 |
   11-----50-----16-----53

```

[G. 3]

17[5]

```

1-----63-----6-----60
|56      10      51      |13
62 25  4 39  57 30  7 36
|11 48--53--18--16--43--50--21

```

18[6]

```

1-----63-----6-----60
|48      18      43      |21
62 25  4 39  57 30  7 36
|19 56--45--10--24--51--42--13

```

35 38 | 29 28 40 33 26 31 |
 |22 19 44 45 17 24 |47 42
 32-59-|34-5-27-64-37 2 |
 41 14 23 52 46 9 20 55
 8 | 58 3 61 |
 49-----15-----54-----12

35 38 | 29 28 40 33 26 31 |
 |14 11 52 53 9 16 |55 50
 32-59-|34-5-27-64-37 2 |
 49 22 15 44 54 17 12 47
 8 | 58 3 61 |
 41-----23-----46-----20

19[49]

1-----63-----6-----60
 |32 34 27 |37
 56 35 10 29 51 40 13 26
 |41 62-23-4-46-57-20-7
 25 22 | 39 44 30 17 36 47 |
 | 8 11 58 53 3 16 |61 50
 48-59-|18-5-43-64-21 2 |
 49 38 15 28 54 33 12 31
 14 | 52 9 55 |
 19-----45-----24-----42

20[58]

1-----63-----6-----60
 |32 34 27 |37
 48 35 18 29 43 40 21 26
 |49 62-15-4-54-57-12-7
 25 14 | 39 52 30 9 36 55 |
 | 8 19 58 45 3 24 |61 42
 56-59-|10-5-51-64-13 2 |
 41 38 23 28 46 33 20 31
 22 | 44 17 47 |
 11-----53-----16-----50

21[75]

1-----62-----35-----32
 |56 11 22 |41
 60 25 7 38 26 59 37 8
 |13 48-50-19-47-14-20-49
 6 36 | 57 31 40 2 27 61 |
 |51 21 16 42 17 55 |46 12
 63-30-|4-33-29-64-34 3 |
 10 43 53 24 44 9 23 54
 39 | 28 5 58 |
 18-----45-----52-----15

22[76]

1-----62-----35-----32
 |48 19 14 |49
 60 25 7 38 26 59 37 8
 |21 56-42-11-55-22-12-41
 6 36 | 57 31 40 2 27 61 |
 |43 13 24 50 9 47 |54 20
 63-30-|4-33-29-64-34 3 |
 18 51 45 16 52 17 15 46
 39 | 28 5 58 |
 10-----53-----44-----23

23[99]

1-----60-----6-----63
 |32 37 27 |34
 56 35 13 26 51 40 10 29
 |41 62-20-7-46-57-23-4
 25 22 | 36 47 30 17 39 44 |
 | 8 11 61 50 3 16 |58 53
 48-59-|21-2-43-64-18 5 |
 49 38 12 31 54 33 15 28
 14 | 55 9 52 |
 19-----42-----24-----45

24[110]

1-----60-----6-----63
 |32 37 27 |34
 48 35 21 26 43 40 18 29
 |49 62-12-7-54-57-15-4
 25 14 | 36 55 30 9 39 52 |
 | 8 19 61 42 3 24 |58 45
 56-59-|13-2-51-64-10 5 |
 41 38 20 31 46 33 23 28
 22 | 47 17 44 |
 11-----50-----16-----53

[G. 4]

25[7]

1-----63-----10-----56
 |48 18 39 |25
 62 49 4 15 53 58 11 8
 |19 32-45-34-28-23-38-41
 7 14 | 57 52 16 5 50 59 |
 |42 35 24 29 33 44 |31 22
 60-55-|6-9-51-64-13 2 |
 21 26 43 40 30 17 36 47
 12 | 54 3 61 |
 37-----27-----46-----20

26[8]

1-----63-----10-----56
 |32 34 23 |41
 62 49 4 15 53 58 11 8
 |35 48-29-18-44-39-22-25
 7 14 | 57 52 16 5 50 59 |
 |26 19 40 45 17 28 |47 38
 60-55-|6-9-51-64-13 2 |
 37 42 27 24 46 33 20 31
 12 | 54 3 61 |
 21-----43-----30-----36

27[31]

1-----63-----10-----56
 |48 18 39 |25
 60 49 6 15 51 58 13 8
 |21 32-43-34-30-23-36-41
 7 12 | 57 54 16 3 50 61 |
 |42 37 24 27 33 46 |31 20
 62-55-|4-9-53-64-11 2 |
 19 26 45 40 28 17 38 47
 14 | 52 5 59 |
 35-----29-----44-----22

28[32]

1-----63-----10-----56
 |32 34 23 |41
 60 49 6 15 51 58 13 8
 |37 48-27-18-46-39-20-25
 7 12 | 57 54 16 3 50 61 |
 |26 21 40 43 17 30 |47 36
 62-55-|4-9-53-64-11 2 |
 35 42 29 24 44 33 22 31
 14 | 52 5 59 |
 19-----45-----28-----38

29[83]

1-----62-----7-----60
 |48 19 42 |21
 56 49 11 14 50 55 13 12
 |25 32--38--35--31--26--36--37
 10 8 | 53 59 16 2 51 61 |
 |39 41 28 22 33 47 |30 20
 63--58--| 4--5--57--64-- 6 3 |
 18 23 45 44 24 17 43 46
 15 | 52 9 54 |
 34-----29-----40-----27

30[84]

1-----62-----7-----60
 |32 35 26 |37
 56 49 11 14 50 55 13 12
 |41 48--22--19--47--42--20--21
 10 8 | 53 59 16 2 51 61 |
 |23 25 44 38 17 31 |46 36
 63--58--| 4--5--57--64-- 6 3 |
 34 39 29 28 40 33 27 30
 15 | 52 9 54 |
 18-----45-----24-----43

31[101]

1-----60-----7-----62
 |48 21 42 |19
 56 49 13 12 50 55 11 14
 |25 32--36--37--31--26--38--35
 10 8 | 51 61 16 2 53 59 |
 |39 41 30 20 33 47 |28 22
 63--58--| 6--3--57--64-- 4 5 |
 18 23 43 46 24 17 45 44
 15 | 54 9 52 |
 34-----27-----40-----29

32[102]

1-----60-----7-----62
 |32 37 26 |35
 56 49 13 12 50 55 11 14
 |41 48--20--21--47--42--22--19
 10 8 | 51 61 16 2 53 59 |
 |23 25 46 36 17 31 |44 38
 63--58--| 6--3--57--64-- 4 5 |
 34 39 27 30 40 33 29 28
 15 | 54 9 52 |
 18-----43-----24-----45

[G. 5]

33[9]

1-----63-----10-----56
 |60 6 51 |13
 62 37 4 27 53 46 11 20
 | 7 32--57--34--16--23--50--41
 19 26 | 45 40 28 17 38 47 |
 |42 35 24 29 33 44 |31 22
 48--55--|18--9--39--64--25 2 |
 21 14 43 52 30 5 36 59
 12 | 54 3 61 |
 49-----15-----58-----8

34[10]

1-----63-----10-----56
 |32 34 23 |41
 62 37 4 27 53 46 11 20
 |35 60--29--6--44--51--22--13
 19 26 | 45 40 28 17 38 47 |
 |14 7 52 57 5 16 |59 50
 48--55--|18--9--39--64--25 2 |
 49 42 15 24 58 33 8 31
 12 | 54 3 61 |
 21-----43-----30-----36

35[34]

1-----63-----10-----56
 |48 18 39 |25
 60 19 6 45 51 28 13 38
 |21 62--43--4--30--53--36--11
 37 42 | 27 24 46 33 20 31 |
 |12 7 54 57 3 16 |61 50
 32--55--|34--9--23--64--41 2 |
 49 26 15 40 58 17 8 47
 14 | 52 5 59 |
 35-----29-----44-----22

36[59]

1-----63-----10-----56
 |32 34 23 |41
 48 37 18 27 39 46 25 20
 |49 60--15--6--58--51--8--13
 19 12 | 45 54 28 3 38 61 |
 |14 21 52 43 5 30 |59 36
 62--55--| 4--9--53--64--11 2 |
 35 42 29 24 44 33 22 31
 26 | 40 17 47 |
 7-----57-----16-----50

37[74]

1-----62-----19-----48
 |56 11 38 |25
 60 10 7 53 42 28 21 39
 |13 63--50--4--31--45--36--18
 37 51 | 26 16 55 33 12 30 |
 |20 6 47 57 2 24 |61 43
 32--46--|35--17--14--64--49 3 |
 41 27 22 40 59 9 8 54
 23 | 44 5 58 |
 34-----29-----52-----15

38[87]

1-----62-----19-----48
 |32 35 14 |49
 56 37 11 26 38 55 25 12
 |41 60--22--7--59--42--8--21
 10 20 | 53 47 28 2 39 61 |
 |23 13 44 50 5 31 |58 36
 63--46--| 4--17--45--64--18 3 |
 34 51 29 16 52 33 15 30
 27 | 40 9 54 |
 6-----57-----24-----43

39[107]

1-----60-----37-----32
 |48 21 12 |49
 56 19 13 42 20 55 41 14
 |25 62--36--7--61--26--8--35
 10 38 | 51 31 46 2 23 59 |

40[115]

1-----56-----10-----63
 |32 41 23 |34
 48 37 25 20 39 46 18 27
 |49 60--8--13--58--51--15--6
 19 12 | 38 61 28 3 45 54 |

39 11 30 50 3 47 58 22	14 21 59 36 5 30 52 43
63-28- 6-33-27-64-34 5	62-55- -11- 2-53-64- 4 9
18 53 43 16 54 17 15 44	35 42 22 31 44 33 29 24
45 24 9 52	26 47 17 40
4-----57-----40-----29	7-----50-----16-----57

[G. 6]

41 [11]	42 [12]
1-----63-----10-----56	1-----63-----10-----56
60 21 4 43 53 30 11 36	48 21 4 43 53 30 11 36
7 48-57-18-16-39-50-25	19 60-45- 6-28-51-38-13
35 42 29 24 44 33 22 31	35 42 29 24 44 33 22 31
26 19 40 45 17 28 47 38	14 7 52 57 5 16 59 50
32-55- -34- 9-23-64-41 2	32-55- -34- 9-23-64-41 2
37 14 27 52 46 5 20 59	49 26 15 40 58 17 8 47
12 54 3 61	12 54 3 61
49-----15-----58----- 8	37-----27-----46-----20

43 [33]	44 [60]
1-----63-----10-----56	1-----63-----10-----56
32 34 23 41	32 34 23 41
60 35 6 29 51 44 13 22	48 35 18 29 39 44 25 22
37 62-27- 4-46-53-20-11	49 62-15- 4-58-53- 8-11
21 26 43 40 30 17 36 47	21 14 43 52 30 5 36 59
12 7 54 57 3 16 61 50	12 19 54 45 3 28 61 38
48-55- -18- 9-39-64-25 2	60-55- - 6- 9-51-64-13 2
49 42 15 24 58 33 8 31	37 42 27 24 46 33 20 31
14 52 5 59	26 40 17 47
19-----45-----28-----38	7-----57-----16-----50

45 [78]	46 [89]
1-----62-----35-----32	1-----62-----35-----32
56 11 22 41	48 19 14 49
60 10 7 53 26 44 37 23	56 21 11 42 22 55 41 12
13 63-50- 4-47-29-20-34	25 60-38- 7-59-26- 8-37
21 51 42 16 55 17 12 46	10 36 53 31 44 2 23 61
36 6 31 57 2 40 61 27	39 13 28 50 5 47 58 20
48-30- -19-33-14-64-49 3	63-30- - 4-33-29-64-34 3
25 43 38 24 59 9 8 54	18 51 45 16 52 17 15 46
39 28 5 58	43 24 9 54
18-----45-----52-----15	6-----57-----40-----27

47 [105]	48 [116]
1-----60-----21-----48	1-----56-----10-----63
32 37 12 49	32 41 23 34
56 35 13 26 36 55 25 14	48 35 25 22 39 44 18 29
41 62-20- 7-61-42- 8-19	49 62- 8-11-58-53-15- 4
10 22 51 47 30 2 39 59	21 14 36 59 30 5 43 52
23 11 46 50 3 31 58 38	12 19 61 38 3 28 54 45
63-44- - 6-17-43-64-18 5	60-55- -13- 2-51-64- 6 9
34 53 27 16 54 33 15 28	37 42 20 31 46 33 27 24
29 40 9 52	26 47 17 40
4-----57-----24-----45	7-----50-----16-----57

[G. 7]

49 [13]	50 [14]
1-----63-----18-----48	1-----63-----18-----48
56 10 39 25	32 34 15 49
62 41 4 23 45 58 19 8	62 41 4 23 45 58 19 8
11 32-53-34-28-15-38-49	35 56-29-10-52-39-14-25
7 22 57 44 24 5 42 59	7 22 57 44 24 5 42 59
50 35 16 29 33 52 31 14	26 11 40 53 9 28 55 38
60-47- - 6-17-43-64-21 2	60-47- - 6-17-43-64-21 2
13 26 51 40 30 9 36 55	37 50 27 16 54 33 12 31
20 46 3 61	20 46 3 61
37-----27-----54-----12	13-----51-----30-----36

51[35]

```

1-----63-----18-----48
|56      10      39      |25
60 41   6 23   43 58   21  8
|13 32--51-34--30-15--36-49
7 20 | 57 46   24  3   42 61 |
|50 37   16 27   33 54 |31 12
62-47-|- 4-17--45-64--19  2 |
 11 26   53 40   28  9   38 55
   22 |    44      5      59 |
   35-----29-----52-----14

```

52[36]

```

1-----63-----18-----48
|32      34      15      |49
60 41   6 23   43 58   21  8
|37 56--27-10--54-39--12-25
7 20 | 57 46   24  3   42 61 |
|26 13   40 51   9 30 |55 36
62-47-|- 4-17--45-64--19  2 |
 35 50   29 16   52 33   14 31
   22 |    44      5      59 |
   11-----53-----28-----38

```

53[86]

```

1-----62----- 7-----60
|48      19      42      |21
56 18   11 45   50 24   13 43
|25 63--38- 4--31-57--36- 6
41 39 | 22 28   47 33   20 30 |
| 8 10   59 53   2 16 |61 51
32-58-|-35- 5--26-64--37  3 |
 49 23   14 44   55 17   12 46
   15 |    52      9      54 |
   34-----29-----40-----27

```

54[93]

```

1-----62----- 7-----60
|32      35      26      |37
48 41   19 22   42 47   21 20
|49 56--14-11--55-50--12-13
18  8 | 45 59   24  2   43 61 |
|15 25   52 38   9 31 |54 36
63-58-|- 4- 5--57-64-- 6  3 |
 34 39   29 28   40 33   27 30
   23 |    44      17     46 |
   10-----53-----16-----51

```

55[104]

```

1-----60----- 7-----62
|48      21      42      |19
56 18   13 43   50 24   11 45
|25 63--36- 6--31-57--38- 4
41 39 | 20 30   47 33   22 28 |
| 8 10   61 51   2 16 |59 53
32-58-|-37- 3--26-64--35  5 |
 49 23   12 46   55 17   14 44
   15 |    54      9      52 |
   34-----27-----40-----29

```

56[111]

```

1-----60----- 7-----62
|32      37      26      |35
48 41   21 20   42 47   19 22
|49 56--12-13--55-50--14-11
18  8 | 43 61   24  2   45 59 |
|15 25   54 36   9 31 |52 38
63-58-|- 6- 3--57-64-- 4  5 |
 34 39   27 30   40 33   29 28
   23 |    46      17     44 |
   10-----51-----16-----53

```

[G. 8]

57[15]

```

1-----63-----18-----48
|60      6      43      |21
62 37   4 27   45 54   19 12
| 7 32--57-34--24-15--42-49
11 26 | 53 40   28  9   38 55 |
|50 35   16 29   33 52 |31 14
56-47-|-10-17--39-64--25  2 |
 13 22   51 44   30  5   36 59
   20 |    46      3      61 |
   41-----23-----58----- 8

```

58[16]

```

1-----63-----18-----48
|32      34      15      |49
62 37   4 27   45 54   19 12
|35 60--29- 6--52-43--14-21
11 26 | 53 40   28  9   38 55 |
|22  7   44 57   5 24 |59 42
56-47-|-10-17--39-64--25  2 |
 41 50   23 16   58 33   8 31
   20 |    46      3      61 |
   13-----51-----30-----36

```

59[38]

```

1-----63-----18-----48
|56      10      39      |25
60 11   6 53   43 28   21 38
|13 62--51- 4--30-45--36-19
37 50 | 27 16   54 33   12 31 |
|20  7   46 57   3 24 |61 42
32-47-|-34-17--15-64--49  2 |
 41 26   23 40   58  9   8 55
   22 |    44      5      59 |
   35-----29-----52-----14

```

60[51]

```

1-----63-----18-----48
|32      34      15      |49
56 37   10 27   39 54   25 12
|41 60--23- 6--58-43-- 8-21
11 20 | 53 46   28  3   38 61 |
|22 13   44 51   5 30 |59 36
62-47-|- 4-17--45-64--19  2 |
 35 50   29 16   52 33   14 31
   26 |    40      9      55 |
   7-----57-----24-----42

```

61[70]

```

1-----62-----11-----56
|48      19      38      |25
60 18   7 45   50 28   13 39
|21 63--42- 4--31-53--36-10
37 43 | 26 24   47 33   20 30 |

```

62[95]

```

1-----62-----11-----56
|32      35      22      |41
48 37   19 26   38 47   25 20
|49 60--14- 7--59-50-- 8-13
18 12 | 45 55   28  2   39 61 |

```

12 6 55 57 2 16 61 51	15 21 52 42 5 31 58 36
32-54- 35-9-22-64-41 3	63-54- 4-9-53-64-10 3
49 27 14 40 59 17 8 46	34 43 29 24 44 33 23 30
15 52 5 58	27 40 17 46
34-----29-----44-----23	6-----57-----16-----51

63[108]

1-----60-----37-----32
48 21 12 49
56 18 13 43 20 54 41 15
25 63-36-6-61-27-8-34
11 39 50 30 47 3 22 58
38 10 31 51 2 46 59 23
62-28- 7-33-26-64-35 5
19 53 42 16 55 17 14 44
45 24 9 52
4-----57-----40-----29

64[117]

1-----56-----11-----62
32 41 22 35
48 37 25 20 38 47 19 26
49 60-8-13-59-50-14-7
18 12 39 61 28 2 45 55
15 21 58 36 5 31 52 42
63-54- 10-3-53-64-4 9
34 43 23 30 44 33 29 24
27 46 17 40
6-----51-----16-----57

[G. 9]

65[17]

1-----63-----18-----48
60 6 43 21
62 13 4 51 45 30 19 36
7 56-57-10-24-39-42-25
35 50 29 16 52 33 14 31
26 11 40 53 9 28 55 38
32-47- 34-17-15-64-49 2
37 22 27 44 54 5 12 59
20 46 3 61
41-----23-----58-----8

66[18]

1-----63-----18-----48
56 10 39 25
62 13 4 51 45 30 19 36
11 60-53-6-28-43-38-21
35 50 29 16 52 33 14 31
22 7 44 57 5 24 59 42
32-47- 34-17-15-64-49 2
41 26 23 40 58 9 8 55
20 46 3 61
37-----27-----54-----12

67[37]

1-----63-----18-----48
32 34 15 49
60 35 6 29 43 52 21 14
37 62-27-4-54-45-12-19
13 26 51 40 30 9 36 55
20 7 46 57 3 24 61 42
56-47- 10-17-39-64-25 2
41 50 23 16 58 33 8 31
22 44 5 59
11-----53-----28-----38

68[52]

1-----63-----18-----48
32 34 15 49
56 35 10 29 39 52 25 14
41 62-23-4-58-45-8-19
13 22 51 44 30 5 36 59
20 11 46 53 3 28 61 38
60-47- 6-17-43-64-21 2
37 50 27 16 54 33 12 31
26 40 9 55
7-----57-----24-----42

69[77]

1-----62-----35-----32
48 19 14 49
60 18 7 45 26 52 37 15
21 63-42-4-55-29-12-34
13 43 50 24 47 9 20 54
36 6 31 57 2 40 61 27
56-30- 11-33-22-64-41 3
25 51 38 16 59 17 8 46
39 28 5 58
10-----53-----44-----23

70[90]

1-----62-----35-----32
48 19 14 49
56 18 11 45 22 52 41 15
25 63-38-4-59-29-8-34
13 39 50 28 47 5 20 58
36 10 31 53 2 44 61 23
60-30- 7-33-26-64-37 3
21 51 42 16 55 17 12 46
43 24 9 54
6-----57-----40-----27

71[113]

1-----60-----13-----56
32 37 20 41
48 35 21 26 36 47 25 22
49 62-12-7-61-50-8-11
18 14 43 55 30 2 39 59
15 19 54 42 3 31 58 38
63-52- 6-9-51-64-10 5
34 45 27 24 46 33 23 28
29 40 17 44
4-----57-----16-----53

72[119]

1-----56-----13-----60
32 41 20 37
48 35 25 22 36 47 21 26
49 62-8-11-61-50-12-7
18 14 39 59 30 2 43 55
15 19 58 38 3 31 54 42
63-52- 10-5-51-64-6 9
34 45 23 28 46 33 27 24
29 44 17 40
4-----53-----16-----57

[G. 10]

73[19]

1-----63-----34-----32
 |56 10 23 |41
 62 25 4 39 29 58 35 8
 |11 48--53--18--44--15--22--49
 7 38 | 57 28 40 5 26 59 |
 |50 19 16 45 17 52 |47 14
 60-31-|- 6-33--27-64--37 2 |
 13 42 51 24 46 9 20 55
 36 | 30 3 61 |
 21-----43-----54-----12

74[20]

1-----63-----34-----32
 |48 18 15 |49
 62 25 4 39 29 58 35 8
 |19 56--45--10--52--23--14--41
 7 38 | 57 28 40 5 26 59 |
 |42 11 24 53 9 44 |55 22
 60-31-|- 6-33--27-64--37 2 |
 21 50 43 16 54 17 12 47
 36 | 30 3 61 |
 13-----51-----46-----20

75[39]

1-----63-----34-----32
 |56 10 23 |41
 60 25 6 39 27 58 37 8
 |13 48--51--18--46--15--20--49
 7 36 | 57 30 40 3 26 61 |
 |50 21 16 43 17 54 |47 12
 62-31-|- 4-33--29-64--35 2 |
 11 42 53 24 44 9 22 55
 38 | 28 5 59 |
 19-----45-----52-----14

76[40]

1-----63-----34-----32
 |48 18 15 |49
 60 25 6 39 27 58 37 8
 |21 56--43--10--54--23--12--41
 7 36 | 57 30 40 3 26 61 |
 |42 13 24 51 9 46 |55 20
 62-31-|- 4-33--29-64--35 2 |
 19 50 45 16 52 17 14 47
 38 | 28 5 59 |
 11-----53-----44-----22

77[85]

1-----62-----7-----60
 |32 35 26 |37
 56 34 11 29 50 40 13 27
 |41 63--22--4--47--57--20--6
 25 23 | 38 44 31 17 36 46 |
 | 8 10 59 53 2 16 |61 51
 48-58-|-19--5--42-64--21 3 |
 49 39 14 28 55 33 12 30
 15 | 52 9 54 |
 18-----45-----24-----43

78[94]

1-----62-----7-----60
 |32 35 26 |37
 48 34 19 29 42 40 21 27
 |49 63--14--4--55--57--12--6
 25 15 | 38 52 31 9 36 54 |
 | 8 18 59 45 2 24 |61 43
 56-58-|-11--5--50-64--13 3 |
 41 39 22 28 47 33 20 30
 23 | 44 17 46 |
 10-----53-----16-----51

79[103]

1-----60-----7-----62
 |32 37 26 |35
 56 34 13 27 50 40 11 29
 |41 63--20--6--47--57--22--4
 25 23 | 36 46 31 17 38 44 |
 | 8 10 61 51 2 16 |59 53
 48-58-|-21--3--42-64--19 5 |
 49 39 12 30 55 33 14 28
 15 | 54 9 52 |
 18-----43-----24-----45

80[112]

1-----60-----7-----62
 |32 37 26 |35
 48 34 21 27 42 40 19 29
 |49 63--12--6--55--57--14--4
 25 15 | 36 54 31 9 38 52 |
 | 8 18 61 43 2 24 |59 45
 56-58-|-13--3--50-64--11 5 |
 41 39 20 30 47 33 22 28
 23 | 46 17 44 |
 10-----51-----16-----53

[G. 11]

81[21]

1-----63-----34-----32
 |60 6 27 |37
 62 21 4 43 29 54 35 12
 | 7 48--57--18--40--15--26--49
 11 42 | 53 24 44 9 22 55 |
 |50 19 16 45 17 52 |47 14
 56-31-|-10-33--23-64--41 2 |
 13 38 51 28 46 5 20 59
 36 | 30 3 61 |
 25-----39-----58-----8

82[22]

1-----63-----34-----32
 |48 18 15 |49
 62 21 4 43 29 54 35 12
 |19 60--45--6--52--27--14--37
 11 42 | 53 24 44 9 22 55 |
 |38 7 28 57 5 40 |59 26
 56-31-|-10-33--23-64--41 2 |
 25 50 39 16 58 17 8 47
 36 | 30 3 61 |
 13-----51-----46-----20

83[42]

1-----63-----34-----32
 |56 10 23 |41
 60 11 6 53 27 44 37 22
 |13 62--51--4--46--29--20--35

84[53]

1-----63-----34-----32
 |48 18 15 |49
 56 21 10 43 23 54 41 12
 |25 60--39--6--58--27--8--37

21 50 43 16 54 17 12 47	11 36 53 30 44 3 22 61
36 7 30 57 3 40 61 26	38 13 28 51 5 46 59 20
48-31- 18-33-15-64-49 2	62-31- 4-33-29-64-35 2
25 42 39 24 58 9 8 55	19 50 45 16 52 17 14 47
38 28 5 59	42 24 9 55
19-----45-----52-----14	7-----57-----40-----26

85[69]

1-----62-----11-----56
32 35 22 41
60 34 7 29 50 44 13 23
37 63-26-4-47-53-20-10
21 27 42 40 31 17 36 46
12 6 55 57 2 16 61 51
48-54- 19-9-38-64-25 3
49 43 14 24 59 33 8 30
15 52 5 58
18-----45-----28-----39

86[96]

1-----62-----11-----56
32 35 22 41
48 34 19 29 38 44 25 23
49 63-14-4-59-53-8-10
21 15 42 52 31 5 36 58
12 18 55 45 2 28 61 39
60-54- 7-9-50-64-13 3
37 43 26 24 47 33 20 30
27 40 17 46
6-----57-----16-----51

87[106]

1-----60-----21-----48
32 37 12 49
56 34 13 27 36 54 25 15
41 63-20-6-61-43-8-18
11 23 50 46 31 3 38 58
22 10 47 51 2 30 59 39
62-44- 7-17-42-64-19 5
35 53 26 16 55 33 14 28
29 40 9 52
4-----57-----24-----45

88[118]

1-----56-----11-----62
32 41 22 35
48 34 25 23 38 44 19 29
49 63-8-10-59-53-14-4
21 15 36 58 31 5 42 52
12 18 61 39 2 28 55 45
60-54- 13-3-50-64-7 9
37 43 20 30 47 33 26 24
27 46 17 40
6-----51-----16-----57

[G. 12]

89[23]

1-----63-----34-----32
60 6 27 37
62 13 4 51 29 46 35 20
7 56-57-10-40-23-26-41
19 50 45 16 52 17 14 47
42 11 24 53 9 44 55 22
48-31- 18-33-15-64-49 2
21 38 43 28 54 5 12 59
36 30 3 61
25-----39-----58-----8

90[24]

1-----63-----34-----32
56 10 23 41
62 13 4 51 29 46 35 20
11 60-53-6-44-27-22-37
19 50 45 16 52 17 14 47
38 7 28 57 5 40 59 26
48-31- 18-33-15-64-49 2
25 42 39 24 58 9 8 55
36 30 3 61
21-----43-----54-----12

91[41]

1-----63-----34-----32
48 18 15 49
60 19 6 45 27 52 37 14
21 62-43-4-54-29-12-35
13 42 51 24 46 9 20 55
36 7 30 57 3 40 61 26
56-31- 10-33-23-64-41 2
25 50 39 16 58 17 8 47
38 28 5 59
11-----53-----44-----22

92[54]

1-----63-----34-----32
48 18 15 49
56 19 10 45 23 52 41 14
25 62-39-4-58-29-8-35
13 38 51 28 46 5 20 59
36 11 30 53 3 44 61 22
60-31- 6-33-27-64-37 2
21 50 43 16 54 17 12 47
42 24 9 55
7-----57-----40-----26

93[73]

1-----62-----19-----48
32 35 14 49
60 34 7 29 42 52 21 15
37 63-26-4-55-45-12-18
13 27 50 40 31 9 36 54
20 6 47 57 2 24 61 43
56-46- 11-17-38-64-25 3
41 51 22 16 59 33 8 30
23 44 5 58
10-----53-----28-----39

94[88]

1-----62-----19-----48
32 35 14 49
56 34 11 29 38 52 25 15
41 63-22-4-59-45-8-18
13 23 50 44 31 5 36 58
20 10 47 53 2 28 61 39
60-46- 7-17-42-64-21 3
37 51 26 16 55 33 12 30
27 40 9 54
6-----57-----24-----43

95[114]

```

1-----60-----13-----56
|32      37      20      |41
48 34  21 27  36 46  25 23
|49 63--12-- 6--61--51-- 8--10
19 15 | 42 54  31  3  38 58 |
|14 18  55 43  2 30 |59 39
62--52-|- 7-- 9--50--64--11  5 |
 35 45  26 24  47 33  22 28
  29 |   40      17      44 |
  4-----57-----16-----53

```

96[120]

```

1-----56-----13-----60
|32      41      20      |37
48 34  25 23  36 46  21 27
|49 63-- 8--10--61--51--12-- 6
19 15 | 38 58  31  3  42 54 |
|14 18  59 39  2 30 |55 43
62--52-|-11-- 5--50--64-- 7  9 |
 35 45  22 28  47 33  26 24
  29 |   44      17      40 |
  4-----53-----16-----57

```

[G. 13]

97[25]

```

1-----63----- 4-----62
|48      18      45      |19
60 49  6 15  57 52  7 14
|21 32--43--34--24--29--42--35
13 12 | 51 54  16  9  50 55 |
|36 37  30 27  33 40 |31 26
56--61-|-10-- 3--53--64--11  2 |
 25 20  39 46  28 17  38 47
  8 |   58      5      59 |
 41-----23-----44-----22

```

98[26]

```

1-----63----- 4-----62
|32      34      29      |35
60 49  6 15  57 52  7 14
|37 48--27--18--40--45--26--19
13 12 | 51 54  16  9  50 55 |
|20 21  46 43  17 24 |47 42
56--61-|-10-- 3--53--64--11  2 |
 41 36  23 30  44 33  22 31
  8 |   58      5      59 |
 25-----39-----28-----38

```

99[43]

```

1-----63----- 4-----62
|48      18      45      |19
56 49  10 15  53 52  11 14
|25 32--39--34--28--29--38--35
13  8 | 51 58  16  5  50 59 |
|36 41  30 23  33 44 |31 22
60--61-|- 6-- 3--57--64-- 7  2 |
 21 20  43 46  24 17  42 47
  12 |   54      9      55 |
 37-----27-----40-----26

```

100[44]

```

1-----63----- 4-----62
|32      34      29      |35
56 49  10 15  53 52  11 14
|41 48--23--18--44--45--22--19
13  8 | 51 58  16  5  50 59 |
|20 25  46 39  17 28 |47 38
60--61-|- 6-- 3--57--64-- 7  2 |
 37 36  27 30  40 33  26 31
  12 |   54      9      55 |
 21-----43-----24-----42

```

101[61]

```

1-----62----- 4-----63
|48      19      45      |18
60 49  7 14  57 52  6 15
|21 32--42--35--24--29--43--34
13 12 | 50 55  16  9  51 54 |
|36 37  31 26  33 40 |30 27
56--61-|-11-- 2--53--64--10  3 |
 25 20  38 47  28 17  39 46
  8 |   59      5      58 |
 41-----22-----44-----23

```

102[62]

```

1-----62----- 4-----63
|32      35      29      |34
60 49  7 14  57 52  6 15
|37 48--26--19--40--45--27--18
13 12 | 50 55  16  9  51 54 |
|20 21  47 42  17 24 |46 43
56--61-|-11-- 2--53--64--10  3 |
 41 36  22 31  44 33  23 30
  8 |   59      5      58 |
 25-----38-----28-----39

```

103[79]

```

1-----62----- 4-----63
|48      19      45      |18
56 49  11 14  53 52  10 15
|25 32--38--35--28--29--39--34
13  8 | 50 59  16  5  51 58 |
|36 41  31 22  33 44 |30 23
60--61-|- 7-- 2--57--64-- 6  3 |
 21 20  42 47  24 17  43 46
  12 |   55      9      54 |
 37-----26-----40-----27

```

104[80]

```

1-----62----- 4-----63
|32      35      29      |34
56 49  11 14  53 52  10 15
|41 48--22--19--44--45--23--18
13  8 | 50 59  16  5  51 58 |
|20 25  47 38  17 28 |46 39
60--61-|- 7-- 2--57--64-- 6  3 |
 37 36  26 31  40 33  27 30
  12 |   55      9      54 |
 21-----42-----24-----43

```

[G. 14]

105[27]

```

1-----63----- 4-----62
|56      10      53      |11
60 41  6 23  57 44  7 22
|13 32--51--34--16--29--50--35

```

106[28]

```

1-----63----- 4-----62
|32      34      29      |35
60 41  6 23  57 44  7 22
|37 56--27--10--40--53--26--11

```


21 20 | 43 46 24 17 42 47 |
 |36 37 30 27 33 40 |31 26
 48-61-|-18- 3-45-64-|-19 2 |
 25 12 39 54 28 9 38 55
 8 | 58 5 59 |
 49-----15-----52-----14

21 20 | 43 46 24 17 42 47 |
 |12 13 54 51 9 16 |55 50
 48-61-|-18- 3-45-64-|-19 2 |
 49 36 15 30 52 33 14 31
 8 | 58 5 59 |
 25-----39-----28-----38

107[46]

1-----63-----4-----62
 |48 18 45 |19
 56 21 10 43 53 24 11 42
 |25 60-39- 6-28-57-38- 7
 41 36 | 23 30 44 33 22 31 |
 | 8 13 58 51 5 16 |59 50
 32-61-|-34- 3-29-64-35 2 |
 49 20 15 46 52 17 14 47
 12 | 54 9 55 |
 37-----27-----40-----26

108[55]

1-----63-----4-----62
 |32 34 29 |35
 48 41 18 23 45 44 19 22
 |49 56-15-10-52-53-14-11
 21 8 | 43 58 24 5 42 59 |
 |12 25 54 39 9 28 |55 38
 60-61-|- 6- 3-57-64- 7 2 |
 37 36 27 30 40 33 26 31
 20 | 46 17 47 |
 13-----51-----16-----50

109[63]

1-----62-----4-----63
 |56 11 53 |10
 60 41 7 22 57 44 6 23
 |13 32-50-35-16-29-51-34
 21 20 | 42 47 24 17 43 46 |
 |36 37 31 26 33 40 |30 27
 48-61-|-19- 2-45-64-18 3 |
 25 12 38 55 28 9 39 54
 8 | 59 5 58 |
 49-----14-----52-----15

110[64]

1-----62-----4-----63
 |32 35 29 |34
 60 41 7 22 57 44 6 23
 |37 56-26-11-40-53-27-10
 21 20 | 42 47 24 17 43 46 |
 |12 13 55 50 9 16 |54 51
 48-61-|-19- 2-45-64-18 3 |
 49 36 14 31 52 33 15 30
 8 | 59 5 58 |
 25-----38-----28-----39

111[82]

1-----62-----4-----63
 |48 19 45 |18
 56 21 11 42 53 24 10 43
 |25 60-38- 7-28-57-39- 6
 41 36 | 22 31 44 33 23 30 |
 | 8 13 59 50 5 16 |58 51
 32-61-|-35- 2-29-64-34 3 |
 49 20 14 47 52 17 15 46
 12 | 55 9 54 |
 37-----26-----40-----27

112[91]

1-----62-----4-----63
 |32 35 29 |34
 48 41 19 22 45 44 18 23
 |49 56-14-11-52-53-15-10
 21 8 | 42 59 24 5 43 58 |
 |12 25 55 38 9 28 |54 39
 60-61-|- 7- 2-57-64- 6 3 |
 37 36 26 31 40 33 27 30
 20 | 47 17 46 |
 13-----50-----16-----51

[G. 15]

113[29]

1-----63-----4-----62
 |56 10 53 |11
 60 25 6 39 57 28 7 38
 |13 48-51-18-16-45-50-19
 37 36 | 27 30 40 33 26 31 |
 |20 21 46 43 17 24 |47 42
 32-61-|-34- 3-29-64-35 2 |
 41 12 23 54 44 9 22 55
 8 | 58 5 59 |
 49-----15-----52-----14

114[30]

1-----63-----4-----62
 |48 18 45 |19
 60 25 6 39 57 28 7 38
 |21 56-43-10-24-53-42-11
 37 36 | 27 30 40 33 26 31 |
 |12 13 54 51 9 16 |55 50
 32-61-|-34- 3-29-64-35 2 |
 49 20 15 46 52 17 14 47
 8 | 58 5 59 |
 41-----23-----44-----22

115[45]

1-----63-----4-----62
 |32 34 29 |35
 56 37 10 27 53 40 11 26
 |41 60-23- 6-44-57-22- 7
 25 20 | 39 46 28 17 38 47 |
 | 8 13 58 51 5 16 |59 50
 48-61-|-18- 3-45-64-19 2 |
 49 36 15 30 52 33 14 31
 12 | 54 9 55 |
 21-----43-----24-----42

116[56]

1-----63-----4-----62
 |32 34 29 |35
 48 37 18 27 45 40 19 26
 |49 60-15- 6-52-57-14- 7
 25 12 | 39 54 28 9 38 55 |
 | 8 21 58 43 5 24 |59 42
 56-61-|-10- 3-53-64-11 2 |
 41 36 23 30 44 33 22 31
 20 | 46 17 47 |
 13-----51-----16-----50

【プログラムのリスト】

```

/** Reconstruction of 'Composite & Complete' Magic Cubes of Order 4 **
/** by Direct Transformation of F15 into F120 Standard Solutions **
/** File: 'TransCCMC4F120.c' Dictated by Kanji Setsuda **
/** on Sep.20, 2013 with MacOSX 10.8.5 & Xcode 5.0 **
//
/** Basic Form and the Only One Representative Solution of **
/** the 'Composite and Complete' Magic Cubes of Order 4 **
//
//          0#BF                                1#
// 1----- 2----- 3----- 4          1-----63----- 6-----60
// |17      18      19      |20      |48      18      43      |21
// 5 33   6 34   7 35   8 36      62 49   4 15   57 54   7 12
// |21 49---22---50---23---51---24---52 |19 32---45---34---24---27---42---37
// 9 37 | 10 38   11 39   12 40 | 11 14 | 53 52   16 9   50 55 |
// |25 53   26 54   27 55 |28 56      |38 35   28 29   33 40 |31 26
// 13--41-|-14--42---15--43---16 44 | 56--59-|-10-- 5---51--64---13 2 |
// 29 57   30 58   31 59   32 60      25 22   39 44   30 17   36 47
// 45 | 46      47      48 | 8 | 58      3      61 |
// 61-----62-----63-----64      41-----23-----46-----20
//
#include <stdio.h>
//
/** Global Var. *
short cnt, cnt1;
short cnm[65], dnm[65];
short d[2][65];
short t120t[121][65];
//
/** Fundamental 15 Solutions in DATA **
short f15t[16][65]={
    {0,
        1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8,
        9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16,
        17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24,
        25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32,
        33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40,
        41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48,
        49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56,
        57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64},
    {1,
        1, 63, 6, 60, 62, 4, 57, 7,
        11, 53, 16, 50, 56, 10, 51, 13,
        48, 18, 43, 21, 19, 45, 24, 42,
        38, 28, 33, 31, 25, 39, 30, 36,
        49, 15, 54, 12, 14, 52, 9, 55,
        59, 5, 64, 2, 8, 58, 3, 61,
        32, 34, 27, 37, 35, 29, 40, 26,
        22, 44, 17, 47, 41, 23, 46, 20},
    {2,
        1, 63, 6, 60, 62, 4, 57, 7,
        19, 45, 24, 42, 48, 18, 43, 21,
        56, 10, 51, 13, 11, 53, 16, 50,
        38, 28, 33, 31, 25, 39, 30, 36,
        41, 23, 46, 20, 22, 44, 17, 47,
        59, 5, 64, 2, 8, 58, 3, 61,
        32, 34, 27, 37, 35, 29, 40, 26,
        14, 52, 9, 55, 49, 15, 54, 12},
    {3,
        1, 63, 6, 60, 62, 4, 57, 7,
        35, 29, 40, 26, 32, 34, 27, 37,
        56, 10, 51, 13, 11, 53, 16, 50,
        22, 44, 17, 47, 41, 23, 46, 20,
        25, 39, 30, 36, 38, 28, 33, 31,
        59, 5, 64, 2, 8, 58, 3, 61,

```

48, 18, 43, 21, 19, 45, 24, 42,
 14, 52, 9, 55, 49, 15, 54, 12},
 {4,
 1, 63, 10, 56, 62, 4, 53, 11,
 7, 57, 16, 50, 60, 6, 51, 13,
 48, 18, 39, 25, 19, 45, 28, 38,
 42, 24, 33, 31, 21, 43, 30, 36,
 49, 15, 58, 8, 14, 52, 5, 59,
 55, 9, 64, 2, 12, 54, 3, 61,
 32, 34, 23, 41, 35, 29, 44, 22,
 26, 40, 17, 47, 37, 27, 46, 20},
 {5,
 1, 63, 10, 56, 62, 4, 53, 11,
 19, 45, 28, 38, 48, 18, 39, 25,
 60, 6, 51, 13, 7, 57, 16, 50,
 42, 24, 33, 31, 21, 43, 30, 36,
 37, 27, 46, 20, 26, 40, 17, 47,
 55, 9, 64, 2, 12, 54, 3, 61,
 32, 34, 23, 41, 35, 29, 44, 22,
 14, 52, 5, 59, 49, 15, 58, 8},
 {6,
 1, 63, 10, 56, 62, 4, 53, 11,
 35, 29, 44, 22, 32, 34, 23, 41,
 60, 6, 51, 13, 7, 57, 16, 50,
 26, 40, 17, 47, 37, 27, 46, 20,
 21, 43, 30, 36, 42, 24, 33, 31,
 55, 9, 64, 2, 12, 54, 3, 61,
 48, 18, 39, 25, 19, 45, 28, 38,
 14, 52, 5, 59, 49, 15, 58, 8},
 {7,
 1, 63, 18, 48, 62, 4, 45, 19,
 7, 57, 24, 42, 60, 6, 43, 21,
 56, 10, 39, 25, 11, 53, 28, 38,
 50, 16, 33, 31, 13, 51, 30, 36,
 41, 23, 58, 8, 22, 44, 5, 59,
 47, 17, 64, 2, 20, 46, 3, 61,
 32, 34, 15, 49, 35, 29, 52, 14,
 26, 40, 9, 55, 37, 27, 54, 12},
 {8,
 1, 63, 18, 48, 62, 4, 45, 19,
 11, 53, 28, 38, 56, 10, 39, 25,
 60, 6, 43, 21, 7, 57, 24, 42,
 50, 16, 33, 31, 13, 51, 30, 36,
 37, 27, 54, 12, 26, 40, 9, 55,
 47, 17, 64, 2, 20, 46, 3, 61,
 32, 34, 15, 49, 35, 29, 52, 14,
 22, 44, 5, 59, 41, 23, 58, 8},
 {9,
 1, 63, 18, 48, 62, 4, 45, 19,
 35, 29, 52, 14, 32, 34, 15, 49,
 60, 6, 43, 21, 7, 57, 24, 42,
 26, 40, 9, 55, 37, 27, 54, 12,
 13, 51, 30, 36, 50, 16, 33, 31,
 47, 17, 64, 2, 20, 46, 3, 61,
 56, 10, 39, 25, 11, 53, 28, 38,
 22, 44, 5, 59, 41, 23, 58, 8},
 {10,
 1, 63, 34, 32, 62, 4, 29, 35,
 7, 57, 40, 26, 60, 6, 27, 37,
 56, 10, 23, 41, 11, 53, 44, 22,
 50, 16, 17, 47, 13, 51, 46, 20,
 25, 39, 58, 8, 38, 28, 5, 59,
 31, 33, 64, 2, 36, 30, 3, 61,
 48, 18, 15, 49, 19, 45, 52, 14,
 42, 24, 9, 55, 21, 43, 54, 12},
 {11,

```

    1, 63, 34, 32, 62, 4, 29, 35,
    11, 53, 44, 22, 56, 10, 23, 41,
    60, 6, 27, 37, 7, 57, 40, 26,
    50, 16, 17, 47, 13, 51, 46, 20,
    21, 43, 54, 12, 42, 24, 9, 55,
    31, 33, 64, 2, 36, 30, 3, 61,
    48, 18, 15, 49, 19, 45, 52, 14,
    38, 28, 5, 59, 25, 39, 58, 8},
{12,
    1, 63, 34, 32, 62, 4, 29, 35,
    19, 45, 52, 14, 48, 18, 15, 49,
    60, 6, 27, 37, 7, 57, 40, 26,
    42, 24, 9, 55, 21, 43, 54, 12,
    13, 51, 46, 20, 50, 16, 17, 47,
    31, 33, 64, 2, 36, 30, 3, 61,
    56, 10, 23, 41, 11, 53, 44, 22,
    38, 28, 5, 59, 25, 39, 58, 8},
{13,
    1, 63, 4, 62, 60, 6, 57, 7,
    13, 51, 16, 50, 56, 10, 53, 11,
    48, 18, 45, 19, 21, 43, 24, 42,
    36, 30, 33, 31, 25, 39, 28, 38,
    49, 15, 52, 14, 12, 54, 9, 55,
    61, 3, 64, 2, 8, 58, 5, 59,
    32, 34, 29, 35, 37, 27, 40, 26,
    20, 46, 17, 47, 41, 23, 44, 22},
{14,
    1, 63, 4, 62, 60, 6, 57, 7,
    21, 43, 24, 42, 48, 18, 45, 19,
    56, 10, 53, 11, 13, 51, 16, 50,
    36, 30, 33, 31, 25, 39, 28, 38,
    41, 23, 44, 22, 20, 46, 17, 47,
    61, 3, 64, 2, 8, 58, 5, 59,
    32, 34, 29, 35, 37, 27, 40, 26,
    12, 54, 9, 55, 49, 15, 52, 14},
{15,
    1, 63, 4, 62, 60, 6, 57, 7,
    37, 27, 40, 26, 32, 34, 29, 35,
    56, 10, 53, 11, 13, 51, 16, 50,
    20, 46, 17, 47, 41, 23, 44, 22,
    25, 39, 28, 38, 36, 30, 33, 31,
    61, 3, 64, 2, 8, 58, 5, 59,
    48, 18, 45, 19, 21, 43, 24, 42,
    12, 54, 9, 55, 49, 15, 52, 14}
};
//
/** Functions(Sub-Routines) *
void prresult(void);
void pr2sol(short x);
void rsltchk(void);
//
void trnsfrm(void);
void trans1(void), trans2(void), trans3(void);
void trans4(void), trans5(void), trans6(void);
void trans7(void), trans8(void), trans9(void);
void normlz(void);
void nrml(void), nrml1(void), nrml2(void);
void nrml3(void), nrml4(void);
//
/** Main Program **
int main(){
printf("\n");
printf("*** Reconstruction of 'Composite & Complete' Magic Cubes of Order 4 **\n");
printf("*** by Direct Transformation of F15 into F120 Standard Solutions **\n");
cnt=120; cnt1=15;
trnsfrm();    /** Transform F15 into F120

```

```

    rsltchk();          /** Result Check
    prresult();        /** List out all the Results
    printf(" [Count = %d/%d] OK!\n",cnt1,cnt);
    printf("\n");
    printf("*** Calculated and Listed by Kanji Setsuda on\n");
    printf("    Sep.20, 2013 with MacOSX 10.8.5 & Xcode 5.0 **\n");
    printf("\n");
return 0;
}
//
/** List out all the Results *
void prresult(){
short m,m8,l,n;
for(m=0;m<15;m++){m8=m*8;
printf(" [G.%d]\n",m+1);
for(l=0;l<8;l=l+2){
for(n=0;n<65;n++){d[0][n]=t120t[m8+l][n]; d[1][n]=t120t[m8+l+1][n];}
printf("%28d/%36d\n",m8+l+1,m8+l+2);
pr2sol(2);
}
}
}
//
/** Print the Result Solutions of 'C&C' MC444 *
void pr2sol(short x){
short n;
printf("");
for(n=0;n<x;n++){
printf(" %2d-----%2d-----%2d-----%2d",d[n][1],d[n][2],d[n][3],d[n][4]);
if((n+1)<x){printf(" ");}}
printf("\n");
for(n=0;n<x;n++){
printf(" |%2d      %2d      %2d      |%2d",d[n][17],d[n][18],d[n][19],d[n][20]);
if((n+1)<x){printf(" ");}}
printf("\n");
for(n=0;n<x;n++){
printf(" %2d %2d %2d %2d %2d %2d %2d %2d",
d[n][5],d[n][33],d[n][6],d[n][34],d[n][7],d[n][35],d[n][8],d[n][36]);
if((n+1)<x){printf(" ");}}
printf("\n");
for(n=0;n<x;n++){
printf(" |%2d %2d ---%2d--%2d---%2d--%2d---%2d--%2d",
d[n][21],d[n][49],d[n][22],d[n][50],d[n][23],d[n][51],d[n][24],d[n][52]);
if((n+1)<x){printf(" ");}}
printf("\n");
for(n=0;n<x;n++){
printf(" %2d %2d | %2d %2d %2d %2d %2d %2d |",
d[n][9],d[n][37],d[n][10],d[n][38],d[n][11],d[n][39],d[n][12],d[n][40]);
if((n+1)<x){printf(" ");}}
printf("\n");
for(n=0;n<x;n++){
printf(" |%2d %2d %2d %2d %2d %2d |%2d %2d",
d[n][25],d[n][53],d[n][26],d[n][54],d[n][27],d[n][55],d[n][28],d[n][56]);
if((n+1)<x){printf(" ");}}
printf("\n");
for(n=0;n<x;n++){
printf(" %2d--%2d-|-%2d--%2d---%2d--%2d---%2d %2d |",
d[n][13],d[n][41],d[n][14],d[n][42],d[n][15],d[n][43],d[n][16],d[n][44]);
if((n+1)<x){printf(" ");}}
printf("\n");
for(n=0;n<x;n++){
printf(" %2d %2d %2d %2d %2d %2d %2d %2d",
d[n][29],d[n][57],d[n][30],d[n][58],d[n][31],d[n][59],d[n][32],d[n][60]);
if((n+1)<x){printf(" ");}}
printf("\n");
for(n=0;n<x;n++){

```



```

    printf("    %2d |    %2d    %2d    %2d |", d[n][45], d[n][46], d[n][47], d[n][48]);
    if((n+1)<x){printf(" ");}}
printf("\n");
for(n=0;n<x;n++){
    printf("    %2d-----%2d-----%2d-----%2d", d[n][61], d[n][62], d[n][63], d[n][64]);
    if((n+1)<x){printf(" ");}}
printf("\n");
}
//
/** Result Check **
void rsltchk(){
    short m,n;
    for(m=0;m<120;m++){
        for(n=1;n<65;n++){dnm[n]=t120t[m][n];}
        normlz();
        for(n=1;n<65;n++){t120t[m][n]=dnm[n];}
    }
};
//
/** Transition Diagram **
//
// [ 1 ]--T7--[ 2 ]
//   | \         | \
//   T9 T8      T9 T8
//   | \         | \
//   | [ 47]--T7+--[ 48]
// [ 67]-|T7--[ 68] |
//   \ |         \ |
//   T9 T9      T9 T9
//   \ |         \ |
//   [ 97]--T7--[ 98]
//
/** Transform F15 into F120 *
void trnsfrm(){
    short l,l8,n;
    for(l=0;l<15;l++){l8=l*8;
        for(n=1;n<65;n++){cnm[n]=f15t[l+1][n]; t120t[l8][n]=cnm[n];}
        trans7();          /* Select the Type 7 *
        for(n=1;n<65;n++){t120t[l8+1][n]=dnm[n];}
        trans8();          /* Select the Type 8 *
        for(n=1;n<65;n++){t120t[l8+2][n]=dnm[n]; cnm[n]=t120t[l8+1][n];}
        trans8();          /* Select the Type 8 *
        for(n=1;n<65;n++){t120t[l8+3][n]=dnm[n]; cnm[n]=t120t[l8][n];}
        trans9();          /* Select the Type 9 *
        for(n=1;n<65;n++){t120t[l8+4][n]=dnm[n]; cnm[n]=dnm[n];}
        trans7();          /* Select the Type 7 *
        for(n=1;n<65;n++){t120t[l8+5][n]=dnm[n]; cnm[n]=t120t[l8+2][n];}
        trans9();          /* Select the Type 9 *
        for(n=1;n<65;n++){t120t[l8+6][n]=dnm[n]; cnm[n]=t120t[l8+3][n];}
        trans9();          /* Select the Type 9 *
        for(n=1;n<65;n++){t120t[l8+7][n]=dnm[n];}
        for(n=0;n<8;n++){t120t[l8+n][0]=l8+n+1;}
    }
}
//
/** Transformation Programs *
//
void trans7(){
    short n;
    for(n=0;n<65;n++){dnm[n]=cnm[n];}
    dnm[17]=cnm[49]; dnm[18]=cnm[50]; dnm[19]=cnm[51]; dnm[20]=cnm[52];
    dnm[21]=cnm[53]; dnm[22]=cnm[54]; dnm[23]=cnm[55]; dnm[24]=cnm[56];
    dnm[25]=cnm[57]; dnm[26]=cnm[58]; dnm[27]=cnm[59]; dnm[28]=cnm[60];
    dnm[29]=cnm[61]; dnm[30]=cnm[62]; dnm[31]=cnm[63]; dnm[32]=cnm[64];
    dnm[49]=cnm[17]; dnm[50]=cnm[18]; dnm[51]=cnm[19]; dnm[52]=cnm[20];
    dnm[53]=cnm[21]; dnm[54]=cnm[22]; dnm[55]=cnm[23]; dnm[56]=cnm[24];

```

```

    dnm[57]=cnm[25];  dnm[58]=cnm[26];  dnm[59]=cnm[27];  dnm[60]=cnm[28];
    dnm[61]=cnm[29];  dnm[62]=cnm[30];  dnm[63]=cnm[31];  dnm[64]=cnm[32];
}
//
void trans8(){
short n;
for(n=0;n<65;n++){dnm[n]=cnm[n];}
dnm[5]=cnm[13];    dnm[6]=cnm[14];    dnm[7]=cnm[15];    dnm[8]=cnm[16];
dnm[21]=cnm[29];  dnm[22]=cnm[30];  dnm[23]=cnm[31];  dnm[24]=cnm[32];
dnm[37]=cnm[45];  dnm[38]=cnm[46];  dnm[39]=cnm[47];  dnm[40]=cnm[48];
dnm[53]=cnm[61];  dnm[54]=cnm[62];  dnm[55]=cnm[63];  dnm[56]=cnm[64];
dnm[13]=cnm[5];   dnm[14]=cnm[6];   dnm[15]=cnm[7];   dnm[16]=cnm[8];
dnm[29]=cnm[21];  dnm[30]=cnm[22];  dnm[31]=cnm[23];  dnm[32]=cnm[24];
dnm[45]=cnm[37];  dnm[46]=cnm[38];  dnm[47]=cnm[39];  dnm[48]=cnm[40];
dnm[61]=cnm[53];  dnm[62]=cnm[54];  dnm[63]=cnm[55];  dnm[64]=cnm[56];
}
//
void trans9(){
short n;
for(n=0;n<65;n++){dnm[n]=cnm[n];}
dnm[2]=cnm[4];    dnm[18]=cnm[20];  dnm[34]=cnm[36];  dnm[50]=cnm[52];
dnm[6]=cnm[8];    dnm[22]=cnm[24];  dnm[38]=cnm[40];  dnm[54]=cnm[56];
dnm[10]=cnm[12];  dnm[26]=cnm[28];  dnm[42]=cnm[44];  dnm[58]=cnm[60];
dnm[14]=cnm[16];  dnm[30]=cnm[32];  dnm[46]=cnm[48];  dnm[62]=cnm[64];
dnm[4]=cnm[2];    dnm[20]=cnm[18];  dnm[36]=cnm[34];  dnm[52]=cnm[50];
dnm[8]=cnm[6];    dnm[24]=cnm[22];  dnm[40]=cnm[38];  dnm[56]=cnm[54];
dnm[12]=cnm[10];  dnm[28]=cnm[26];  dnm[44]=cnm[42];  dnm[60]=cnm[58];
dnm[16]=cnm[14];  dnm[32]=cnm[30];  dnm[48]=cnm[46];  dnm[64]=cnm[62];
}
//
/* Normalization *
void normlz(){
short n;
for(n=1;n<65;n++){cnm[n]=dnm[n];}
if((dnm[2]>dnm[5])&&(dnm[5]>dnm[17])){return;}
if((dnm[2]>dnm[17])&&(dnm[17]>dnm[5])){nrml1();}
if((dnm[2]>dnm[5])&&(dnm[5]>dnm[17])){return;}
if((dnm[5]>dnm[2])&&(dnm[2]>dnm[17])){nrml4();}
if((dnm[2]>dnm[5])&&(dnm[5]>dnm[17])){return;}
if((dnm[17]>dnm[5])&&(dnm[5]>dnm[2])){nrml2();}
if((dnm[2]>dnm[5])&&(dnm[5]>dnm[17])){return;}
if((dnm[17]>dnm[2])&&(dnm[2]>dnm[5])){nrml();}
if((dnm[2]>dnm[5])&&(dnm[5]>dnm[17])){return;}
if((dnm[5]>dnm[17])&&(dnm[17]>dnm[2])){nrml3();}
if((dnm[2]>dnm[5])&&(dnm[5]>dnm[17])){return;}
}
/* Normalize 0 *
void nrml(){
short n;
dnm[1]=cnm[1];    dnm[2]=cnm[17];    dnm[3]=cnm[33];    dnm[4]=cnm[49];
dnm[5]=cnm[2];    dnm[6]=cnm[18];    dnm[7]=cnm[34];    dnm[8]=cnm[50];
dnm[9]=cnm[3];    dnm[10]=cnm[19];   dnm[11]=cnm[35];   dnm[12]=cnm[51];
dnm[13]=cnm[4];   dnm[14]=cnm[20];   dnm[15]=cnm[36];   dnm[16]=cnm[52];
dnm[17]=cnm[5];   dnm[18]=cnm[21];   dnm[19]=cnm[37];   dnm[20]=cnm[53];
dnm[21]=cnm[6];   dnm[22]=cnm[22];   dnm[23]=cnm[38];   dnm[24]=cnm[54];
dnm[25]=cnm[7];   dnm[26]=cnm[23];   dnm[27]=cnm[39];   dnm[28]=cnm[55];
dnm[29]=cnm[8];   dnm[30]=cnm[24];   dnm[31]=cnm[40];   dnm[32]=cnm[56];
dnm[33]=cnm[9];   dnm[34]=cnm[25];   dnm[35]=cnm[41];   dnm[36]=cnm[57];
dnm[37]=cnm[10];  dnm[38]=cnm[26];   dnm[39]=cnm[42];   dnm[40]=cnm[58];
dnm[41]=cnm[11];  dnm[42]=cnm[27];   dnm[43]=cnm[43];   dnm[44]=cnm[59];
dnm[45]=cnm[12];  dnm[46]=cnm[28];   dnm[47]=cnm[44];   dnm[48]=cnm[60];
dnm[49]=cnm[13];  dnm[50]=cnm[29];   dnm[51]=cnm[45];   dnm[52]=cnm[61];
dnm[53]=cnm[14];  dnm[54]=cnm[30];   dnm[55]=cnm[46];   dnm[56]=cnm[62];
dnm[57]=cnm[15];  dnm[58]=cnm[31];   dnm[59]=cnm[47];   dnm[60]=cnm[63];
dnm[61]=cnm[16];  dnm[62]=cnm[32];   dnm[63]=cnm[48];   dnm[64]=cnm[64];
for(n=1;n<65;n++){cnm[n]=dnm[n];}

```

```

}
//
/* Normalize 1 *
void nrml1(){
  short n;
  dnm[1]=cnm[1];   dnm[2]=cnm[2];   dnm[3]=cnm[3];   dnm[4]=cnm[4];
  dnm[5]=cnm[17]; dnm[6]=cnm[18];  dnm[7]=cnm[19];  dnm[8]=cnm[20];
  dnm[9]=cnm[33]; dnm[10]=cnm[34]; dnm[11]=cnm[35]; dnm[12]=cnm[36];
  dnm[13]=cnm[49]; dnm[14]=cnm[50]; dnm[15]=cnm[51]; dnm[16]=cnm[52];
  dnm[17]=cnm[5];  dnm[18]=cnm[6];   dnm[19]=cnm[7];  dnm[20]=cnm[8];
  dnm[21]=cnm[21]; dnm[22]=cnm[22];  dnm[23]=cnm[23]; dnm[24]=cnm[24];
  dnm[25]=cnm[37]; dnm[26]=cnm[38];  dnm[27]=cnm[39]; dnm[28]=cnm[40];
  dnm[29]=cnm[53]; dnm[30]=cnm[54];  dnm[31]=cnm[55]; dnm[32]=cnm[56];
  dnm[33]=cnm[9];  dnm[34]=cnm[10];  dnm[35]=cnm[11]; dnm[36]=cnm[12];
  dnm[37]=cnm[25]; dnm[38]=cnm[26];  dnm[39]=cnm[27]; dnm[40]=cnm[28];
  dnm[41]=cnm[41]; dnm[42]=cnm[42];  dnm[43]=cnm[43]; dnm[44]=cnm[44];
  dnm[45]=cnm[57]; dnm[46]=cnm[58];  dnm[47]=cnm[59]; dnm[48]=cnm[60];
  dnm[49]=cnm[13]; dnm[50]=cnm[14];  dnm[51]=cnm[15]; dnm[52]=cnm[16];
  dnm[53]=cnm[29]; dnm[54]=cnm[30];  dnm[55]=cnm[31]; dnm[56]=cnm[32];
  dnm[57]=cnm[45]; dnm[58]=cnm[46];  dnm[59]=cnm[47]; dnm[60]=cnm[48];
  dnm[61]=cnm[61]; dnm[62]=cnm[62];  dnm[63]=cnm[63]; dnm[64]=cnm[64];
  for(n=1;n<65;n++){cnm[n]=dnm[n];}
}
//
void nrml2(){
  nrml();
  nrml1();
}
//
void nrml3(){
  nrml();
  nrml();
}
//
void nrml4(){
  nrml();
  nrml();
  nrml1();
}
//

```