

前回のまとめ

- N国同盟の復習
- ABオペレーションの解説
- ニコリの問題を解いてみた
- 問題を解くアルゴリズムの確認

N国同盟

ABオペレーション

チェーン

それ以上

⇒ ニコリの問題が解ける

⇒ 国内のナンプレの最高難度の問題集が解ける
(ほとんど人手では無理)

⇒ ワールドクラス
ランダムチョイス(仮置き)を
使えば100%解ける

先週の復習

- ABオペレーションは大きく分けて2種類のものが有る。
- 3x3ブロックが関わるものと関わらないもの。
- 関わるものを3x3ABオペレーション、関わらないものを井桁ABオペレーションと呼ぶ。
- 頻度は3x3ABオペレーションの方が高い
- 井桁ABオペレーションは、x-wing, swordfish と呼ばれるものの一般化であり、かなり高等テクニックである。

3x3ABオペレーション

D	4 5 8	1	2 8	3	5 6 8	7	2 4 5 6 4 5 8	9
E	4 5 7 8	2 3 4 5 7	6	2 8 9	5 8 9	2 8 9	1 4 5 8	2 3 4 5 8
F	9	2 3 5	2 8	4	5 6 8	1	2 3 5 6	7 5 6 8

この黄色の所に 2 がなければ
このピンクの所にも 2 はない

3x3ABオペレーションの例

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
A	<div>4 7</div>	<div>4 7 9</div>	5	<div>4 6 9</div>	2	<div>8 9</div>	<div>4 6 8</div>	3	<div>9</div>
B	<div>3 4</div>	6	<div>3 4 9</div>	1	<div>7</div>	<div>5 8 9</div>	<div>4 5 8</div>	<div>4 8 9</div>	2
C	1	<div>2</div>	8	<div>4 5 6 9</div>	<div>4 6 9</div>	3	7	<div>4 6 9</div>	<div>4 5 9</div>
D	<div>2 5 6</div>	1	<div>6 9</div>	7	<div>8 9</div>	4	<div>5 6 8</div>	<div>2 6</div>	3
E	<div>2 3 4 6</div>	<div>3 4 6</div>	7	<div>3 5 8</div>	<div>1 3 8</div>	<div>1 5 8</div>	9	<div>2 4 6 8</div>	<div>4</div>
F	8	<div>3 4 5 9</div>	<div>3 4 9</div>	2	<div>3 9</div>	6	<div>4 5</div>	1	<div>7</div>
G	<div>4 5 7</div>	<div>4 5 7</div>	2	8	<div>1 4 9</div>	<div>1 9</div>	3	<div>4 7 9</div>	6
H	9	<div>3 4</div>	<div>1 9</div>	<div>3 4 6</div>	<div>3 4 6</div>	7	<div>2</div>	5	<div>8</div>
I	<div>3 4 6 7</div>	8	<div>3 4 6</div>	<div>3 4 6 9</div>	5	<div>2</div>	1	<div>4 7 9</div>	<div>4 9</div>

3x3ABオペレーションの例

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
A	1 3 2 3	6	8	4 7	9	1 4 7	3 7	5	2
B	2 3	9	4	6	2 5 7	2 5 7	3 7	1	8
C	7	1 2	5	8	1 2	3	6	4	9
D	5	3	2	1	6 8	7	8 9 8 9	6 8 9	4
E	9	8	1	4 3	5 3 6 4 5 6	2	7	5 6	
F	6	4	7	2	5 8	9	1 8	3	1 5
G	1 2 3 8	1 2	9	5	1 2 3 6	1 2 6	4	6 8	7
H	4	5	3 6	3 7	3 9	1 3 7	8 9	2 6	1 3 6
I	1 2 3 8	7	3 6	3 9	4	1 2 6	5	6 8 9	1 3 6

井桁ABオペレーション

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
A			1	5	2			3	
B		3		9	1		5		2
C	2		5			4	1		
D		1		8		3			5
E			3	4	5		7		
F	5			2		1		9	
G		5	9	7			4		6
H	4					5		7	
I		7			4		8	5	

4 がピンク色の所
にないならば 黄色
の所にもない

(x-wing)

井桁ABオペレーションの例

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
A	5 6 7 8	5 6 7 8	1	3 5 8 9	2	3 7 8 9	6 7 8	4	5 7 8 9
B	5 6 7 8	3	6 8	4	1 5 7 8	7 8 9	1 6 7 8	1 6 7 8 9	2
C	2	4	9	5 8	5 7 8	6	3	1 7 8	5 7 8
D	5 6 8	9	4 6 8	7	5 8	1	4 6 8	2	3
E	1 4 5 6 8	1 5 6 8	7	3 5 8	3 5 8	2	9	1 6 8	1 4 8
F	3	1 8	2	6	9	4	1 7 8	5	1 7 8
G	5 6 7 8	7 8	5	1	4 7 8	3 7 8 9	2	7 8 9	6
H	9	1 7 8	6 4 8	2	4 7 8	5	1 4 7 8	3	1 7 8
I	1 4 7 8	2	3	8 9	6	7 8 9	5	1 7 8 9	1 4 7 8 9

井桁ABオペレーションの例

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
A	1 2		5	2 3 6	8	3 6	1 6 9	4	1 6 9
B		3		9	4	1		5	2
C	4	1 2	9	2 6	5	7	3	1 6	
D		6	4	5	1 9	2	1 9		3
E			2	4			5	1 6 9	
F	5	1 9		7	1 6 8	8	1 6 8	2	4
G	2 6 9	2 9	1	8		3 6 9	4	3 6 9	5
H	3	5		1 6	6 9	4	2 9	7	1 6 9
I		4		1 3 6	2	5	8	1 3 6 9	

井桁ABオペレーションの例

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
A	2	4	9	6	1	5	3	8	6
B	1	3	6	4	8	9	2	2	5
C	5	6	8	3	3	2	1	4	6
D	6	5	6	2	3	1	8	3	4
E	1	2	3	3	3	5	6	3	6
F	3	7	4	8	5	6	2	1	2
G	6	2	1	5	4	3	7	2	8
H	4	2	3	1	6	8	2	5	1
I	6	8	5	1	2	3	4	3	1

7国同盟の例

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
A	1 3 1 3 2	3 1 3 9	2	8 9	4	1 8	6 7 7 8	5	6 7 7 8
B	5	8	4 9	6	3 7	2 7	2 4 9	1	
C	6	1 4 9	7	5 8 9	1 5 9	2	3	4 9 8	
D	4	6	8	3	1 7	9	5	1 7	2
E	1 3 1 2 3 9	5	2 7 8	1 2 6	1 8	4	1 3 7 9	3 6	
F	7	1 2 3 1 9	4	1 2 6	5	6 9	8	3 6	
G	2	4 5	3	1 7	5 6	8	4 7	9	
H	8	1 4 5	1 4	2 5 7 9	2 5 7 9	3	2 7	6	4 5 7
I	9	7	6	2 5	8	4	1	2 3 5	3

チェーン

- 強力な方法だが、使うのが難しい高等テクニック。
- 色々なバリエーションがあるが、基本原理は同じ。
- 数学的な原理は背理法。
- 井桁はチェーンの1つとみなすこともできる。

背理法とは

- 証明をするための数学のテクニックの1つ。
- 次のような手順で証明を行う。
 - (1) 証明することと逆のことが成り立つと仮定する。
 - (2) 矛盾が出てくることを示す。

例

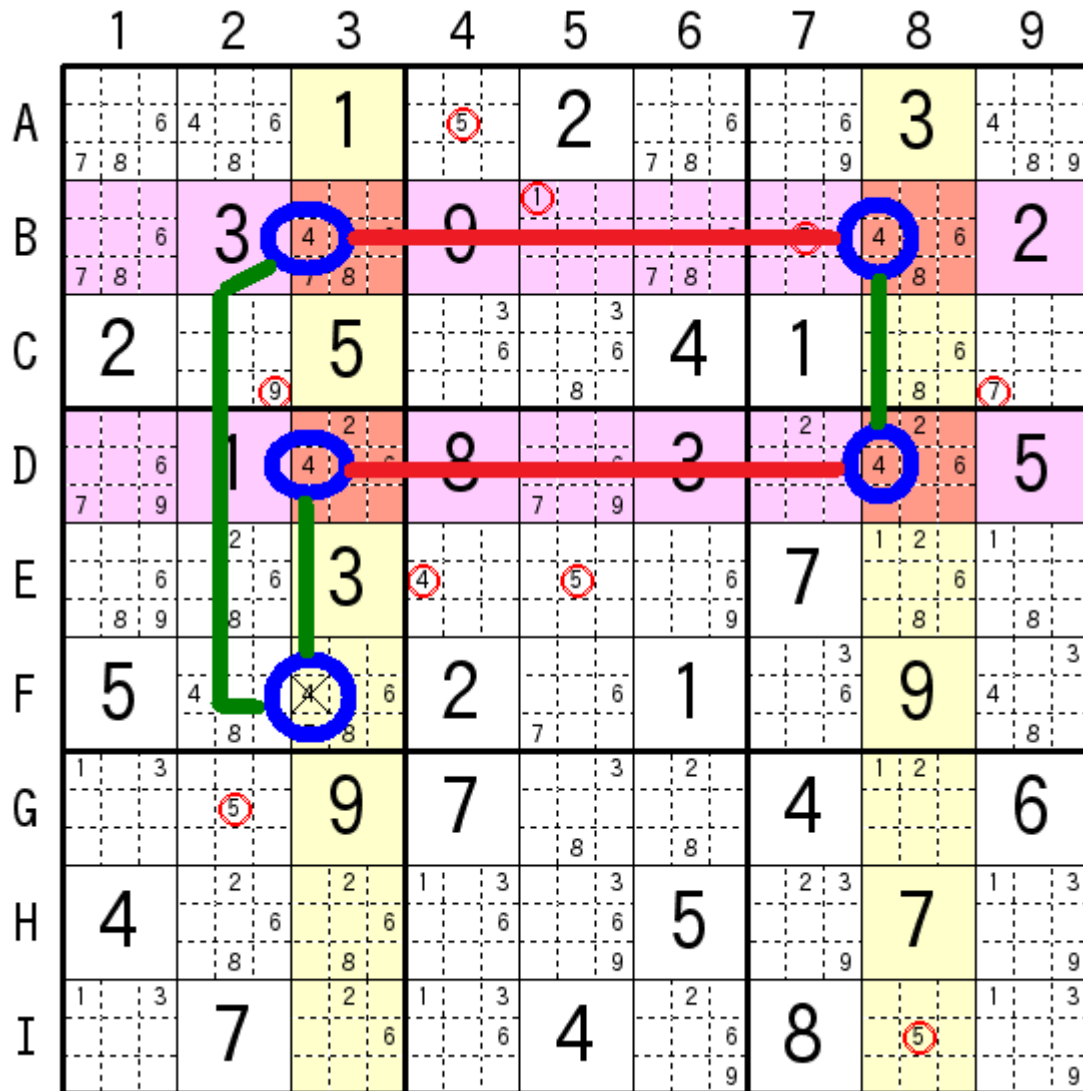
「 ab が奇数ならば a と b のどちらも奇数である」
を証明する

(1)

「 a と b のどちらも奇数である」
を否定する。すなわち、「 a, b のどちらかは奇数でない」つまり
「 a, b のうち1つは偶数である」
とする。

(2) 「 a, b の1つは偶数である」 \Rightarrow 「 ab は偶数である」
これは「 ab が奇数である」に矛盾
よってはじめの仮定に誤りがあったとなり、元々の命題が証明された。

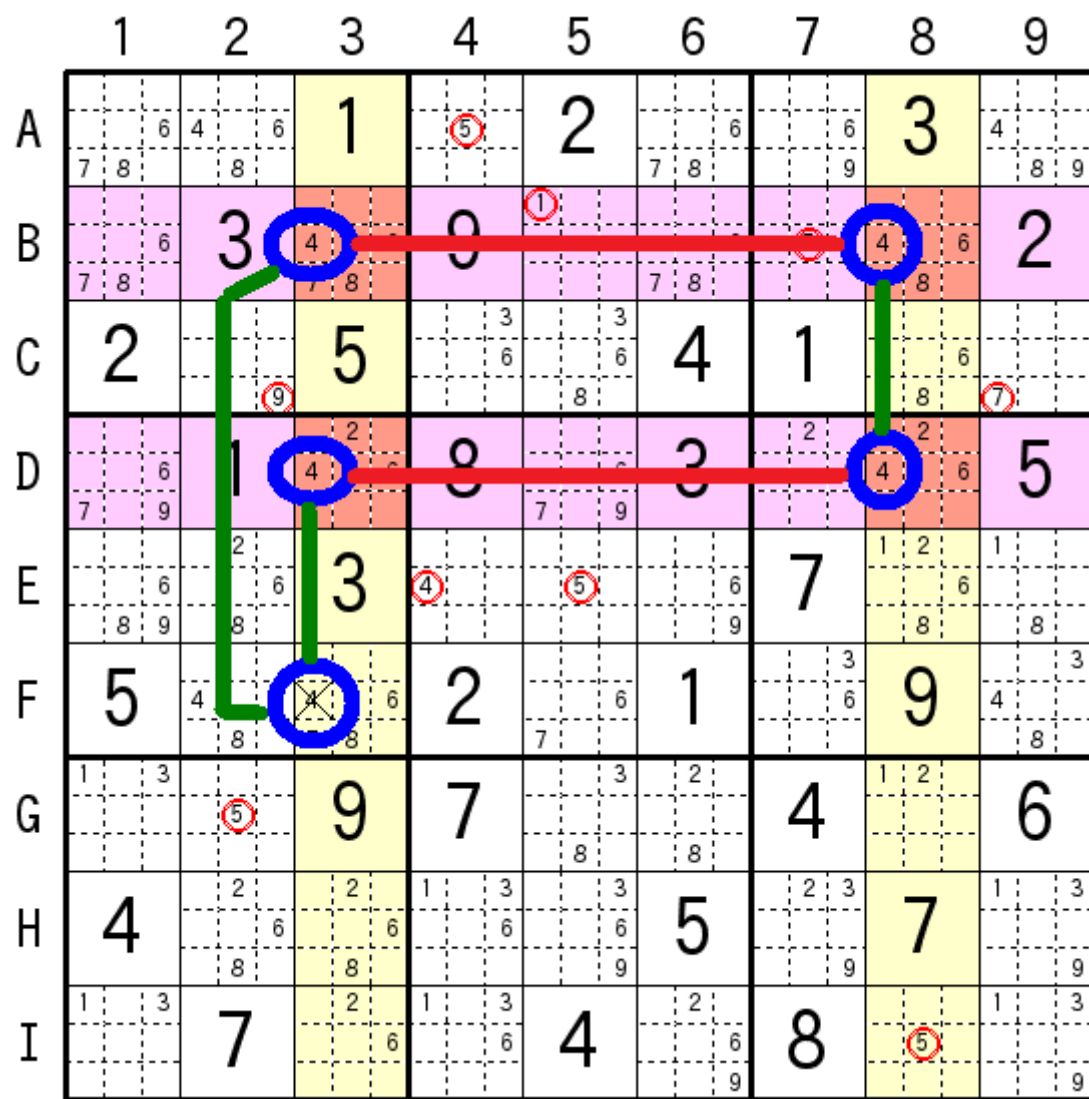
チェーンの例



2井桁ABオペレーション:

4 がピンク色の所
にないならば 黄色
の所にもない

F3 ≠ 4 をチェーン
で示す。



$$F3 = 4$$

$$\Rightarrow D3 \neq 4$$

$$\Rightarrow D8 = 4$$

$$\Rightarrow B8 \neq 4$$

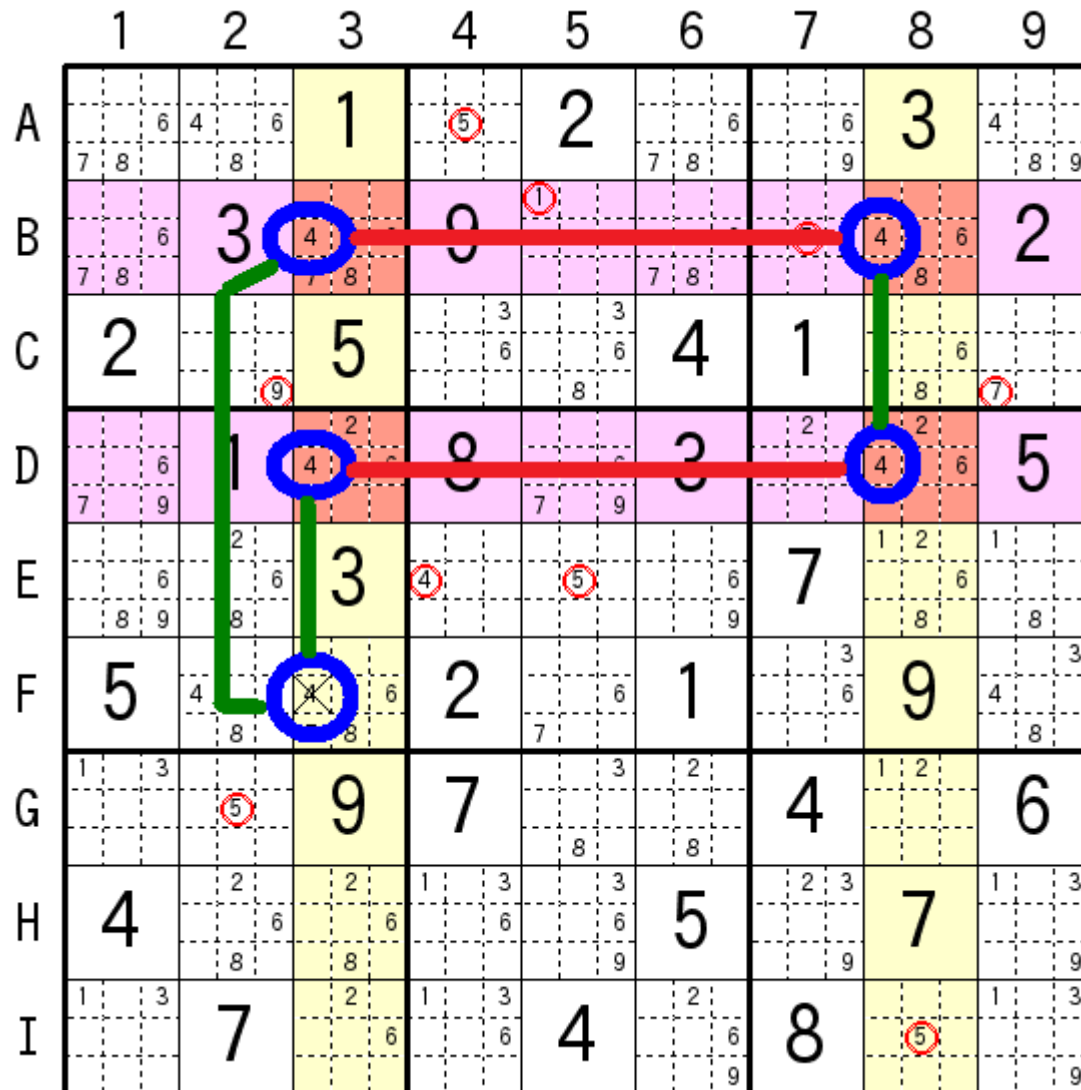
$$\Rightarrow B3 = 4$$

$$\Rightarrow F3 \neq 4$$

矛盾

$F3 = 4 \Rightarrow D3 \neq 4 \Rightarrow D8 = 4 \Rightarrow B8 \neq 4 \Rightarrow B3 = 4 \Rightarrow F3 \neq 4$

よって $F3 \neq 4$



ある数字 k をつないで奇数回で元に戻る。

つなぐことができる数は
 ・同じ行にある。
 ・同じ列にある。
 のいずれか。

偶数番目のリンク(赤い線)は同じブロック内に選択肢(同じ数字)が2つのみ⇒強リンク

先ほどの例の一般化(チェーン)

- 数字をつないで奇数回で元に戻る物を探す
- つなぐことができるのは
 - 同じ行にある同じ数字
 - 同じ列にある同じ数字
 - 同じ3x3ブロックにある同じ数字
 - 同じマスにある異なる数字
- 偶数番目、または奇数番目のリンクは同じブロック内に選択肢(同じ数字)が2つのみ⇒強リンク

1

よって $H7 \neq 1$

G H I	4	7	5 6	1	9	3	2 5	8	2 5 6
	9	5	3 1 3	8	2	7	4 5 3	5 6 3	1 3 4 5 6
	8	2	1 3	6	4	5	9 7	1 3	1 3
	1	2	3	4	5	6	7	8	9

$H9 = 5 \Rightarrow H2 \neq 5 \Rightarrow H2 = 3 \Rightarrow I3 \neq 3 \Rightarrow I9 = 3 \Rightarrow H9 \neq 1$
 $\Rightarrow H9 \neq 5$

よって $H9 \neq 5$

奇数番目に強リンクが出てくるチェーン

偶数番目、**または奇数番目**のリンクは同じブロック内に
選択肢(同じ数字)が2つのみ⇒強リンク

偶数番目に強リンク

$F3 = 4 \Rightarrow D3 \neq 4 \Rightarrow D8 = 4 \Rightarrow B8 \neq 4 \Rightarrow B3 = 4 \Rightarrow F3 \neq 4$

よって $F3 \neq 4$

奇数番目に強リンク

$F3 \neq 4 \Rightarrow D3 = 4 \Rightarrow D8 \neq 4 \Rightarrow B8 = 4 \Rightarrow B3 \neq 4 \Rightarrow F3 = 4$

よって $F3 = 4$

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
A	1			4	5	7	2	9	
B	5	3		1	2				8
C			9	6			5	4	1
D			5	3			9		
E		1			8				2
F	6					4	1		
G	3							1	
H		4	1				3		7
I			7	4			3	4	

$C8 \neq 4 \Rightarrow C5 = 4 \Rightarrow A4 \neq 4 \Rightarrow I4 = 4 \Rightarrow I8 \neq 4 \Rightarrow C8 = 4$

よって $C8 = 4$

チェーンの演習問題1 (リンクの長さ5)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
A	3	5	2			1		6	
B	6			2			3	1	
C						3	2		8
D		4		3	9		5		
E			5				7		
F			6		1	7		9	
G	1			7					
H		8	4			5			3
I							1	2	

チェーンの演習問題 解答1

A 9x9 Sudoku puzzle grid. The grid contains numbers 1-9 in some cells, with others empty. Red circles highlight specific numbers: (A1)3, (A6)1, (B2)7, (B3)8, (C1)4, (C4)6, (D8)8, (E1)9, (F1)8, (F3)3, (F4)5, (F6)4, (F9)2, (G3)3, (G6)4, (H1)2, (H4)1, (H6)5, (H9)3, (I1)5, (I2)6, (I4)4, (I6)8, (I9)4. Blue lines connect (B6)4 to (B9)5, (D6)2 to (D9)1, (F6)4 to (F9)2, and (I4)4 to (I9)4. A purple 'X' is in (B9)5. Small numbers in some cells indicate possible values: (A4)4, (A5)4, (A8)4, (A9)4, (B4)4, (B5)5, (B8)4, (B9)5, (C2)1, (C3)1, (C5)5, (C7)5, (D2)2, (D7)2, (D8)8, (E2)1, (E3)2, (E4)4, (E5)4, (E7)6, (F2)1, (F3)2, (F4)4, (F5)8, (F7)4, (F8)9, (G2)2, (G3)3, (G4)2, (G5)6, (G7)4, (G8)5, (G9)6, (H2)2, (H3)4, (H4)1, (H5)2, (H6)5, (H7)6, (H8)7, (H9)3, (I2)6, (I3)7, (I4)4, (I5)9, (I6)8, (I7)1, (I8)2, (I9)4.

チェーンの演習問題2(リンクの長さ7)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
A	<div>3</div>	5	2	<div>8</div> <div>9</div>	<div>7</div> <div>8</div>	<div>1</div>	<div>6</div> <div>4</div> <div>7</div>	<div>4</div> <div>7</div> <div>9</div>	
B	6	<div>7</div> <div>1</div>	<div>8</div> <div>1</div>	2	<div>4</div> <div>5</div> <div>4</div> <div>9</div>		3	1	<div>5</div> <div>9</div>
C	<div>4</div>			<div>6</div> <div>7</div>	<div>5</div>	3	<div>2</div> <div>5</div> <div>7</div>		8
D	<div>2</div> <div>7</div>	4	<div>1</div> <div>7</div>	3	9	<div>2</div> <div>6</div>	5		<div>1</div> <div>6</div>
E		<div>1</div> <div>2</div>	5	<div>4</div> <div>8</div>	<div>4</div> <div>8</div>	<div>2</div> <div>6</div>	7	<div>8</div> <div>3</div> <div>1</div> <div>6</div>	
F	<div>9</div>	<div>3</div>	6	<div>5</div>	1	7	<div>4</div>	9	<div>2</div>
G	<div>8</div>								
H	<div>1</div>	<div>2</div> <div>7</div>	8	4	<div>1</div> <div>2</div> <div>6</div>	5	<div>8</div> <div>9</div> <div>7</div>		3
I	<div>5</div>	<div>6</div> <div>7</div> <div>9</div>		<div>4</div> <div>9</div>	<div>3</div>	<div>8</div>	1	2	<div>4</div> <div>7</div>

チェーンの拡張 (アドバンスドな話題)

ミニボックス付きのチェーン

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
A	4	7	3	2	5		1	8	2
B		2		2	1	7		4	3
C	1	2		6	3				2
D	9			3	4	2			

Diagram illustrating a chain extension (Advanced Topic) in a 4x9 grid. The grid is divided into four rows (A, B, C, D) and nine columns (1-9). The grid contains numbers and some cells are highlighted with blue lines and a red box.

Key features of the diagram:

- Row A: Column 3 contains a circled 3. Column 8 contains a crossed-out 8.
- Row B: Column 5 contains a circled 1. Column 8 contains a 4.
- Row C: Column 4 contains a 6. Column 6 contains a circled 3. Column 7 contains a circled 4.
- Row D: Column 5 contains a circled 3. Column 6 contains a circled 2.

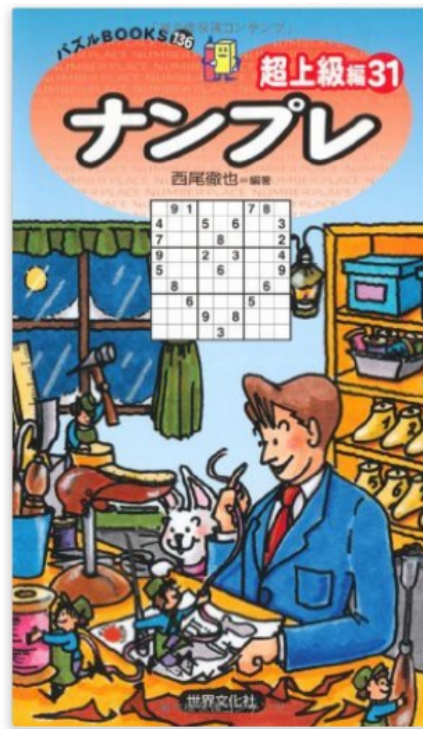
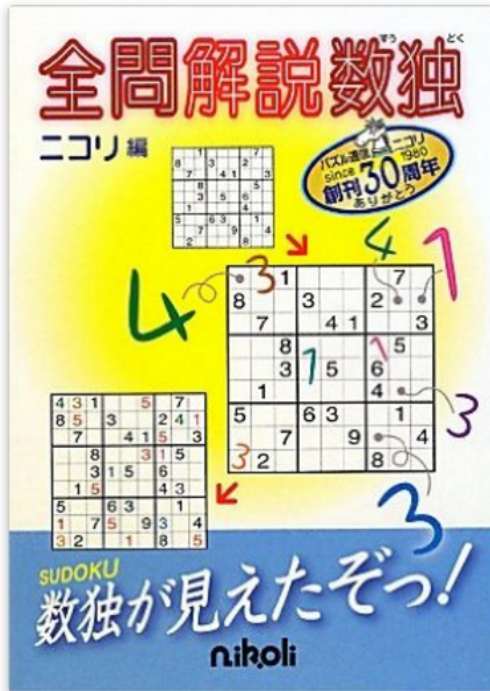
Blue lines and a red box highlight a chain structure:

- A vertical blue line connects the 8 in row C, column 3 to the 8 in row D, column 3.
- A horizontal blue line connects the 8 in row C, column 3 to the 8 in row C, column 7.
- A horizontal blue line connects the 8 in row D, column 3 to the 8 in row D, column 8.
- A red box highlights the 8 in row C, column 7, the 9 in row C, column 7, the 7 in row C, column 8, and the 8 in row C, column 8.

チェーンの拡張について

- チェーンを用いれば、ほとんどの問題が解ける。
- 特に日本国内で出版された問題集に載っている問題は全て解けていた。
- 解けない問題が載っている問題集を発見→その本に載っているテクニックを使ってチェーンを拡張→「ミニブロック付きチェーン」
- しばらくは「本国内で出版された問題集に載っている問題は全て解ける」だったが、また解けない問題が載っている問題集を発見。
- 「ミニブロック付きチェーン」をさらに拡張→拡張チェーン(先月できたばかり)→「日本国内で出版された問題集に載っている問題は全て解ける」

チェーンの必要なし



チェーンは必要だが、
通常のチェーンでOK
ミニボックス付きは
必要なし

最後の問題はミニボック
ス付きでもダメ
拡張チェーンが必要

通常のチェーンではだめ
ミニボックス付きが必要



ミニブルック付きチェーン

- 簡単に言うと、 3×3 ブロック内のいくつかのマスを1つのマスとして扱い、チェーンを考える。
- いくつかのマスを1つのマスとすることにより、ウィークチェーンをストロングチェーンにすることができる。

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
A	4	7	3	2	5		1	1	1 2
B		2		2	1	7		4	3
C	1	2		6	3				2
D	9	1	1	3	4	2	7	1	1

$A8=8 \Rightarrow D8 \neq 8 \Rightarrow D3=8 \Rightarrow C3 \neq 8 \Rightarrow$
 $[C7=8, C8=8] \Rightarrow A8 \neq 8$

2つをまとめて1つのマスとして扱う

$A8=8 \Rightarrow D8 \neq 8 \Rightarrow D3=8 \Rightarrow C3 \neq 8 \Rightarrow$
 $C7=8 \Rightarrow A8 \neq 8$

こちらは強リンクの条件に引かかる

なぜ2つのマスをもつてよいのか？

$A8=8 \Rightarrow D8 \neq 8 \Rightarrow D3=8 \Rightarrow C3 \neq 8 \Rightarrow$
 $[C7=8, C8=8] \Rightarrow A8 \neq 8$

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
A	4	7		2	5		1	1	1 2
B		2		2		7	5	4	3
C	1		5	6			5		2
D	9				4		7		

$C3 \neq 8$ という条件のもとで
 $C7=8$ または $C8=8$
 のどちらかが成り立つ

$C7=8$ のとき $A8=8 \Rightarrow D8 \neq 8 \Rightarrow D3=8 \Rightarrow C3 \neq 8 \Rightarrow$ いずれ
 $C7=8 \Rightarrow A8 \neq 8$ の場合も

$C8=8$ のとき $A8=8 \Rightarrow D8 \neq 8 \Rightarrow D3=8 \Rightarrow C3 \neq 8 \Rightarrow A8 \neq 8$
 $C8=8 \Rightarrow A8 \neq 8$

$E8 \neq 5 \Rightarrow G8 = 5 \Rightarrow [G5 \neq 5] \Rightarrow [D5 = 5, F5 = 5] \Rightarrow E4 \neq 5$

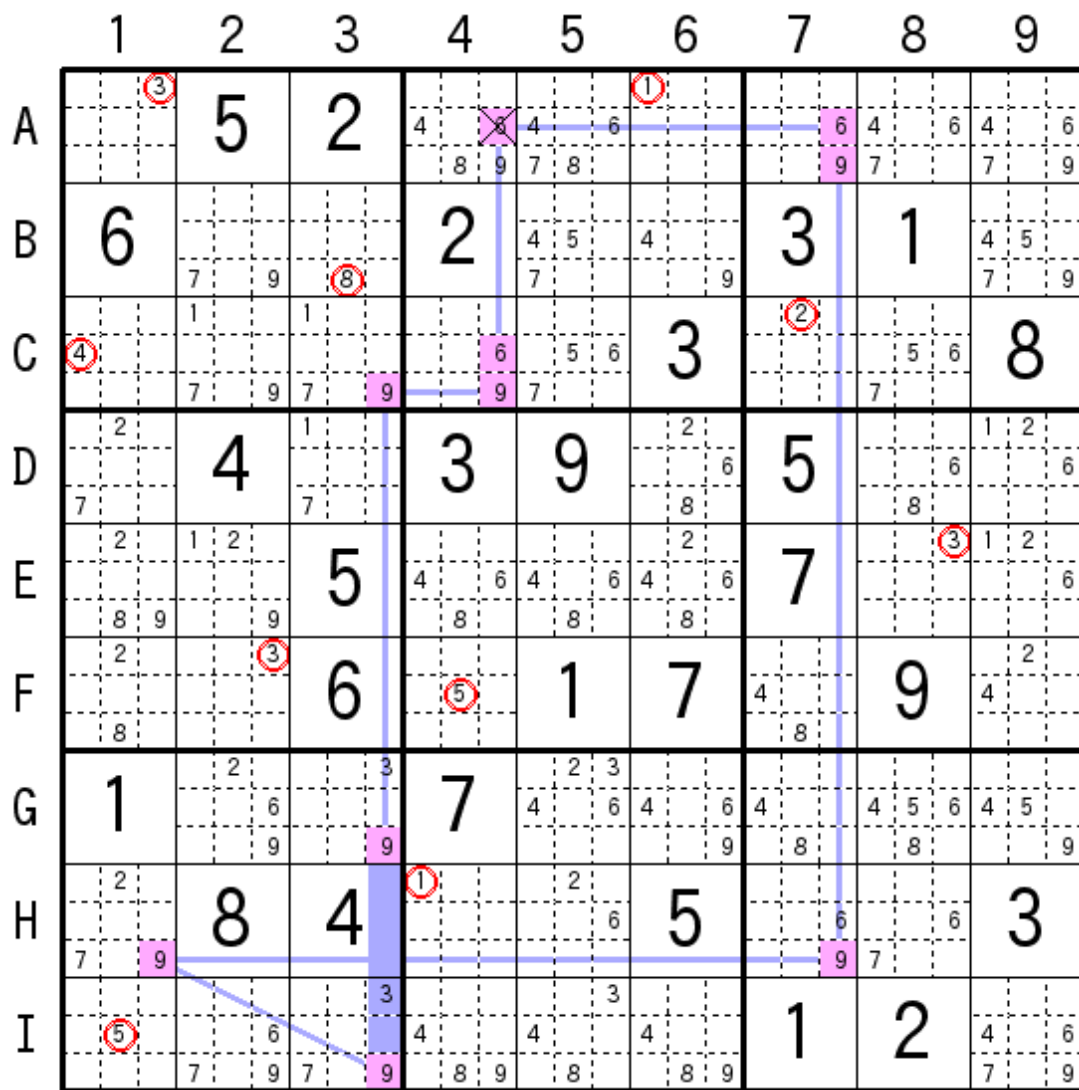
よって $E8 = 5$

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
A	1 4 7	1 6 7	5	1 9	2 4 9			3 7	6
B	2 4 6	3	2 6	7	8 5	5	9	4 6	1
C	8	1 7	9	3 4	1 4	6	5	2 7	2 4 7
D	5 6	9	4	8	5 6 7	1	2 6 7	2 7	3
E	1 2	1 2	7	5 6	5 6 7	3	4	5 6 7	8
F	3	5 6 8	6 8	4	5 6 7	2	1	9	5 7
G	5 6 7	5 6 7 8	1	2	5 6 7 8	4 8	3	4 5 6	9
H	9	2 5 6	3 1	1 5 6 4	1 4	7	2 6	8	2 4 5 6
I	2 5 6	4	2 6 8	5 6 9	3	8 9	7	1 2 5 6	

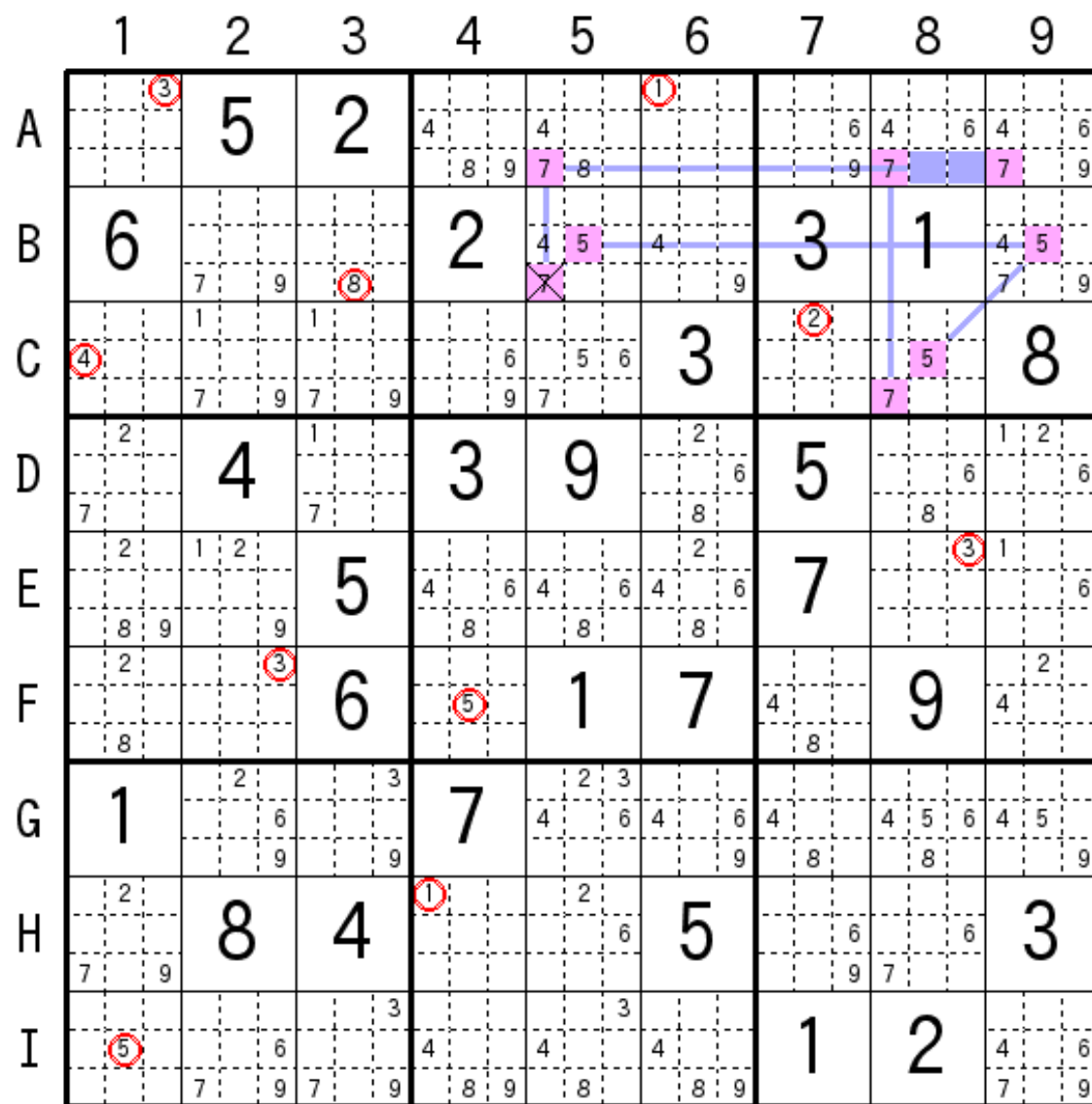
ミニボックス付きチェーンの例1

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
A		³ 5	2	4	6	¹ 4	6	4	6
B	6			2	4	5	3	1	4
C	⁴	1	1		6	5	² 3	5	8
D	2	4	1	3	9	2	5	6	1
E	2	1	2	5	4	6	7	3	2
F	2	³	6	⁵	1	7	9	2	
G	1	2	3	7	2	3	4	5	6
H	2	8	4	¹	2	5	6	6	3
I	⁵	6	3	4	6	4	1	2	4

ミニボックス付きチェーンの例2

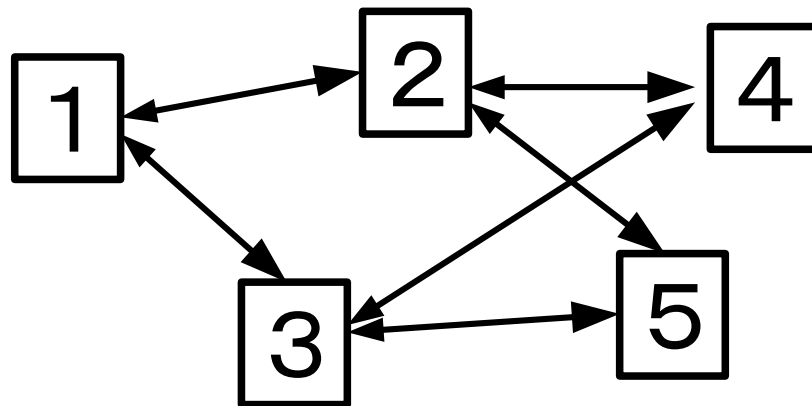


ミニボックス付きチェーンの例3



チェーンを計算するアルゴリズム

- 残っている候補の数字を点、チェーンのリンクを道と見て、グラフ理論を用いたアルゴリズムを使っている。
- チェーンの長さが長くなると、時間がかかりすぎるので、現在、長さを11までに制限している。

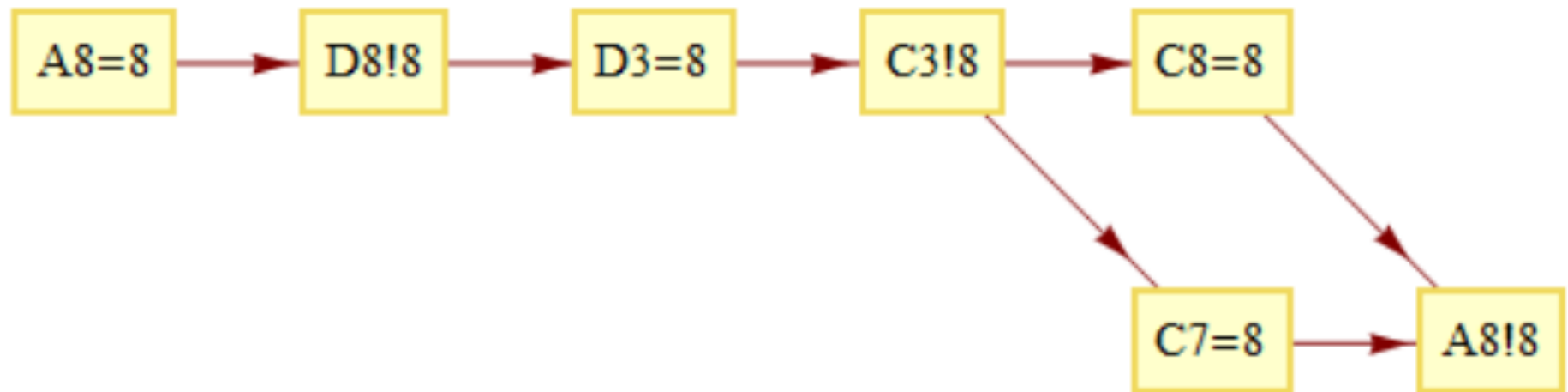


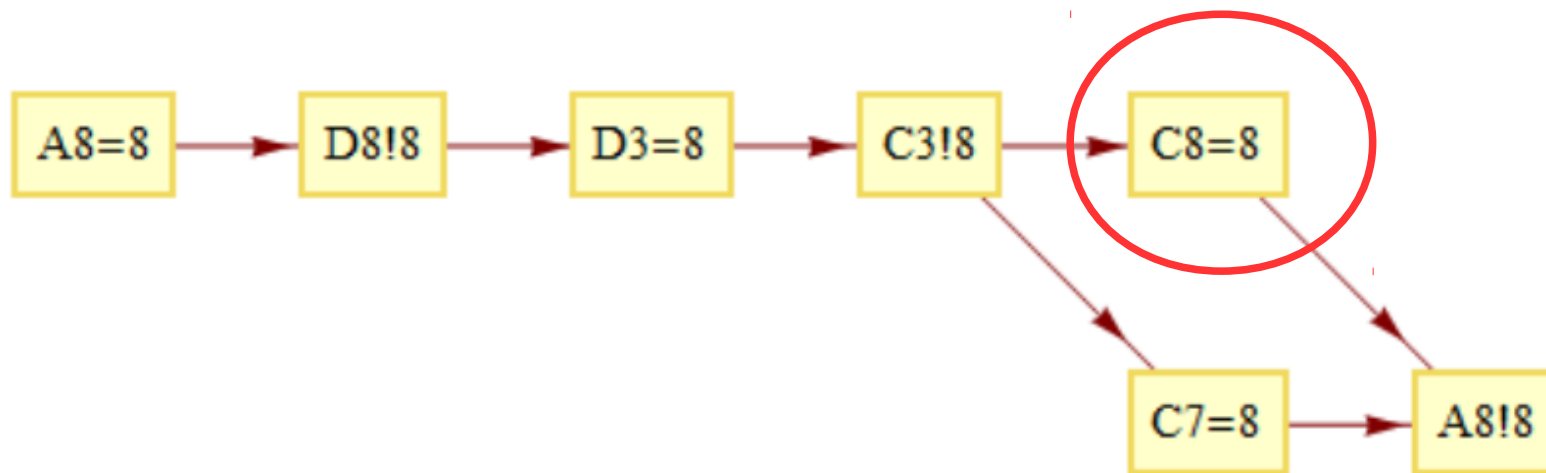
更なるチェーンの拡張 (最近分かった話)

- ミニボックス付きチェーンでも解けない問題を国内で出版された問題集の中に発見。
- ミニボックス付きチェーンをさらに一般化して、もっと強力なチェーンを作ることができる。

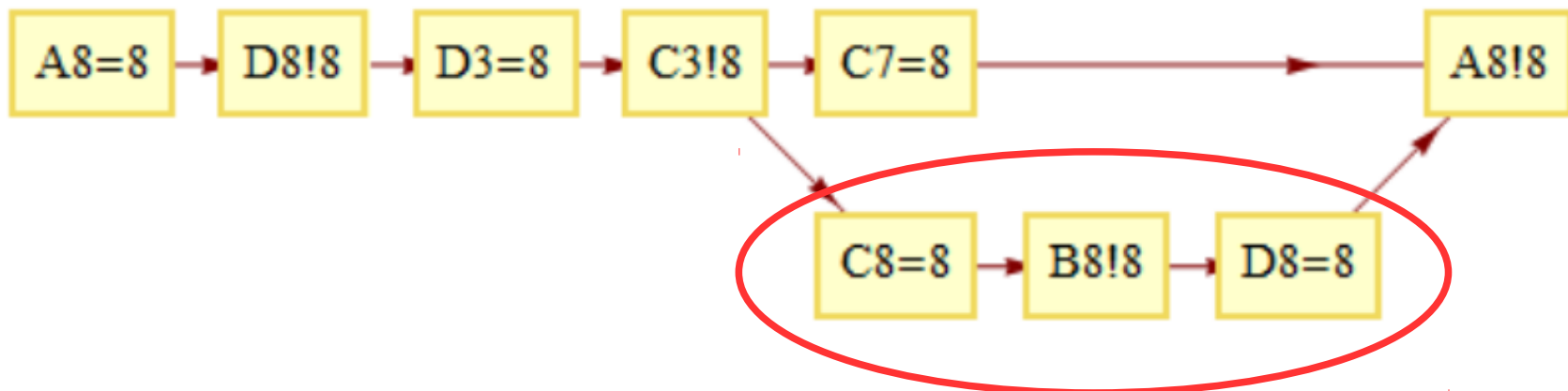
ミニブロック付きチェーンを拡張する

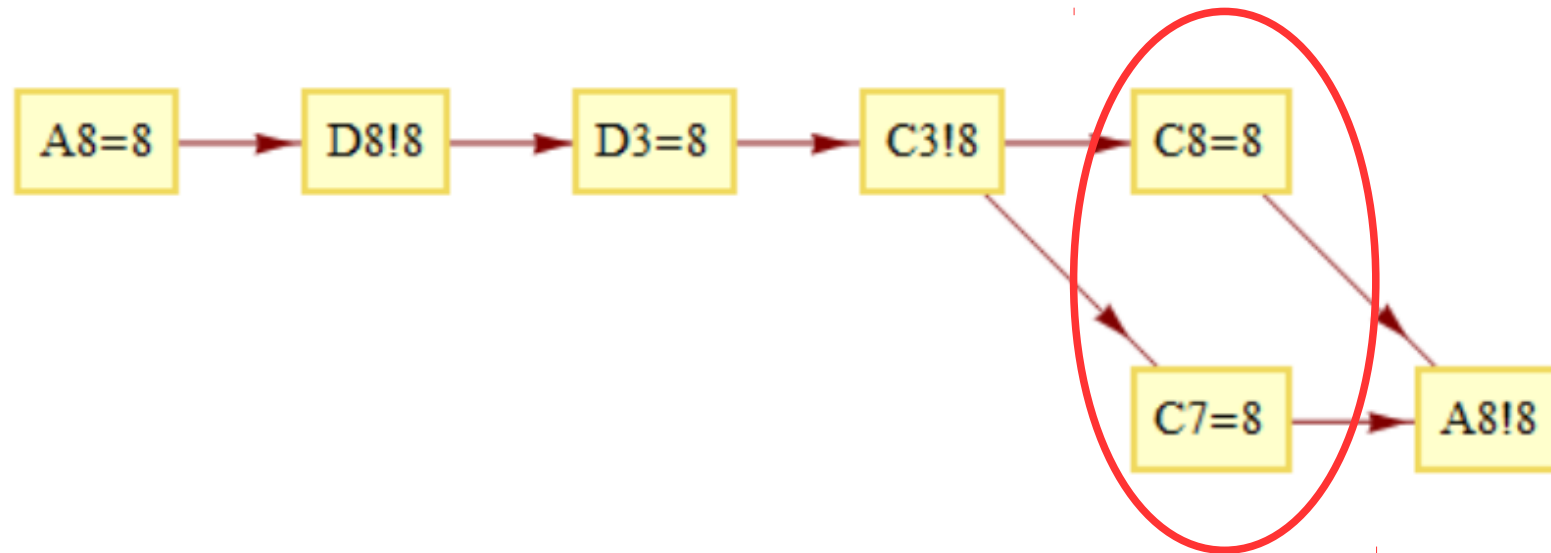
$A8=8 \Rightarrow D8 \neq 8 \Rightarrow D3=8 \Rightarrow C3 \neq 8 \Rightarrow$ 2つをまとめて1つのマスとして扱う
 $[C7=8, C8=8] \Rightarrow A8 \neq 8$



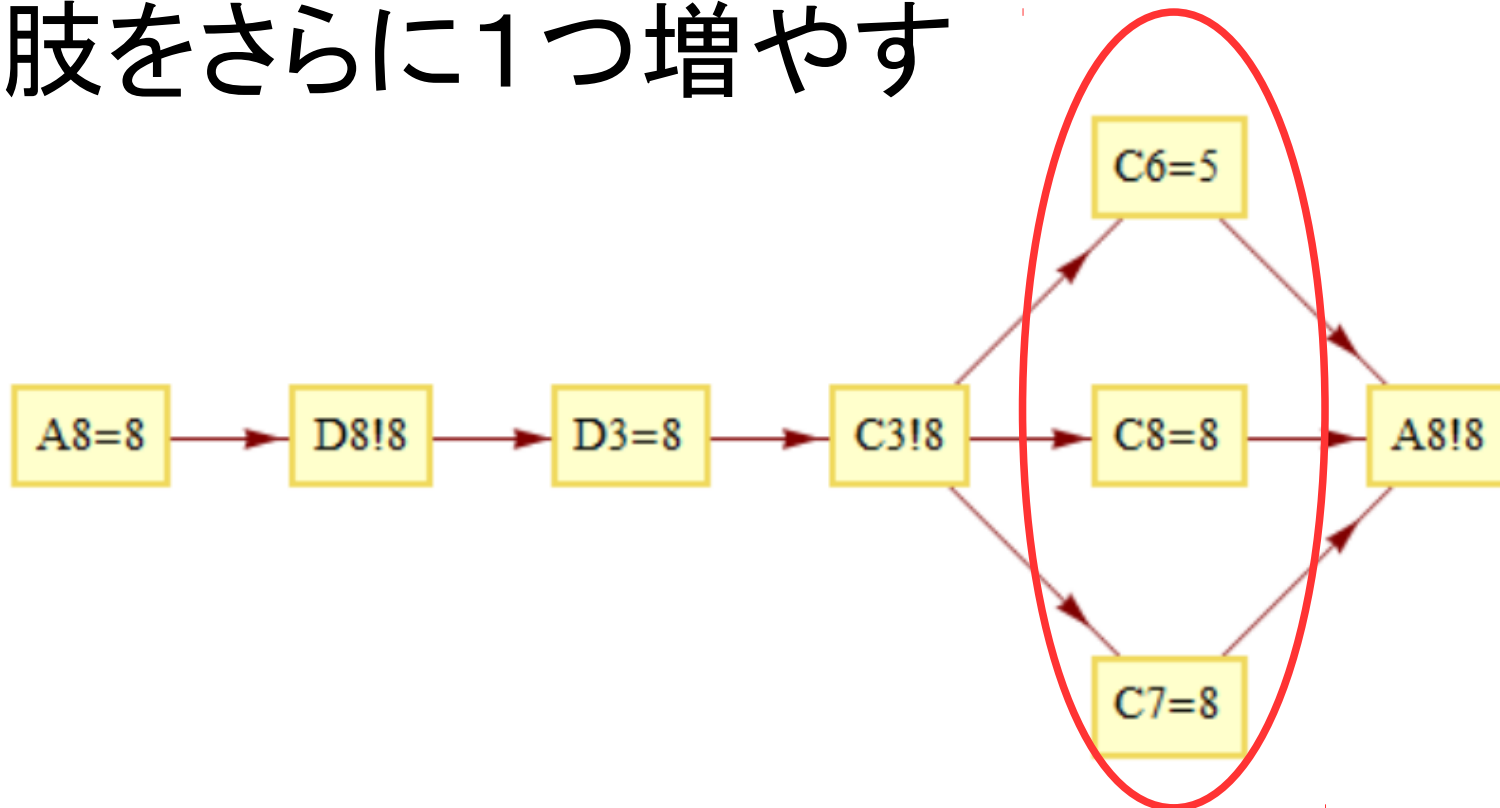


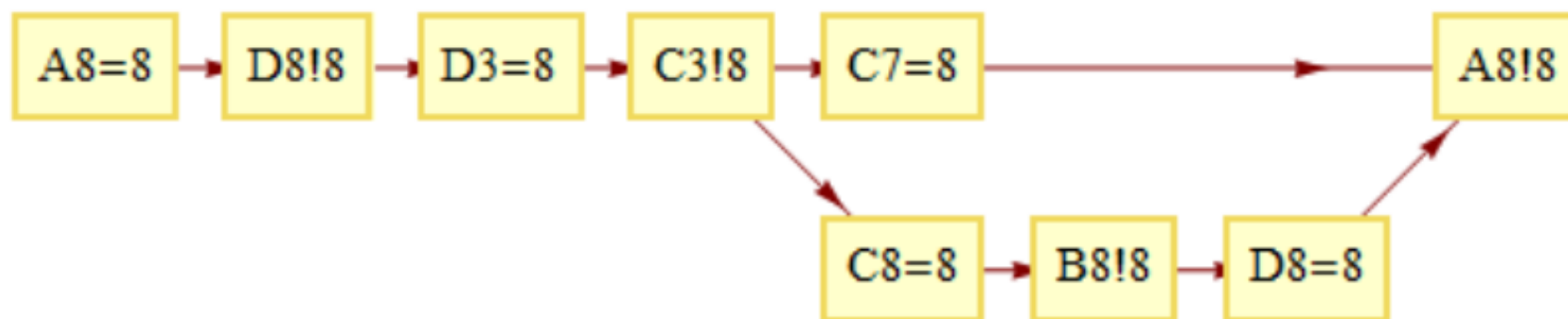
赤で囲まれた部分を下のようにしても良い



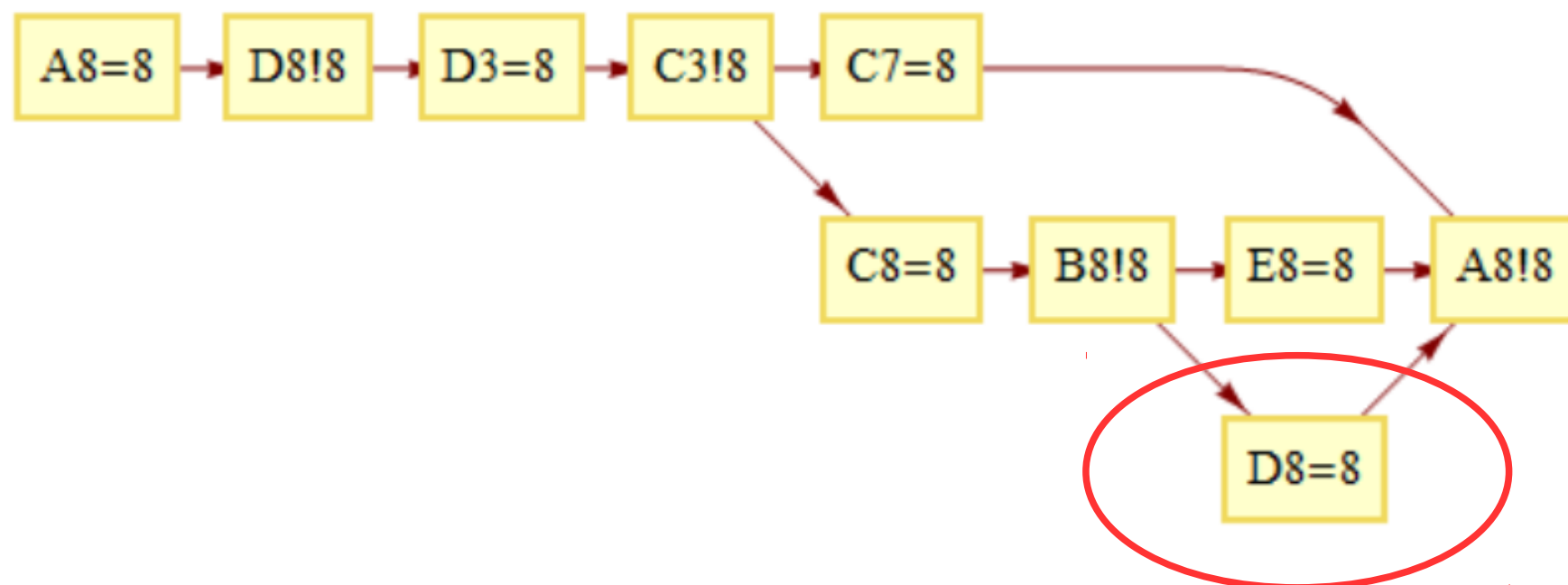


選択肢をさらに1つ増やす

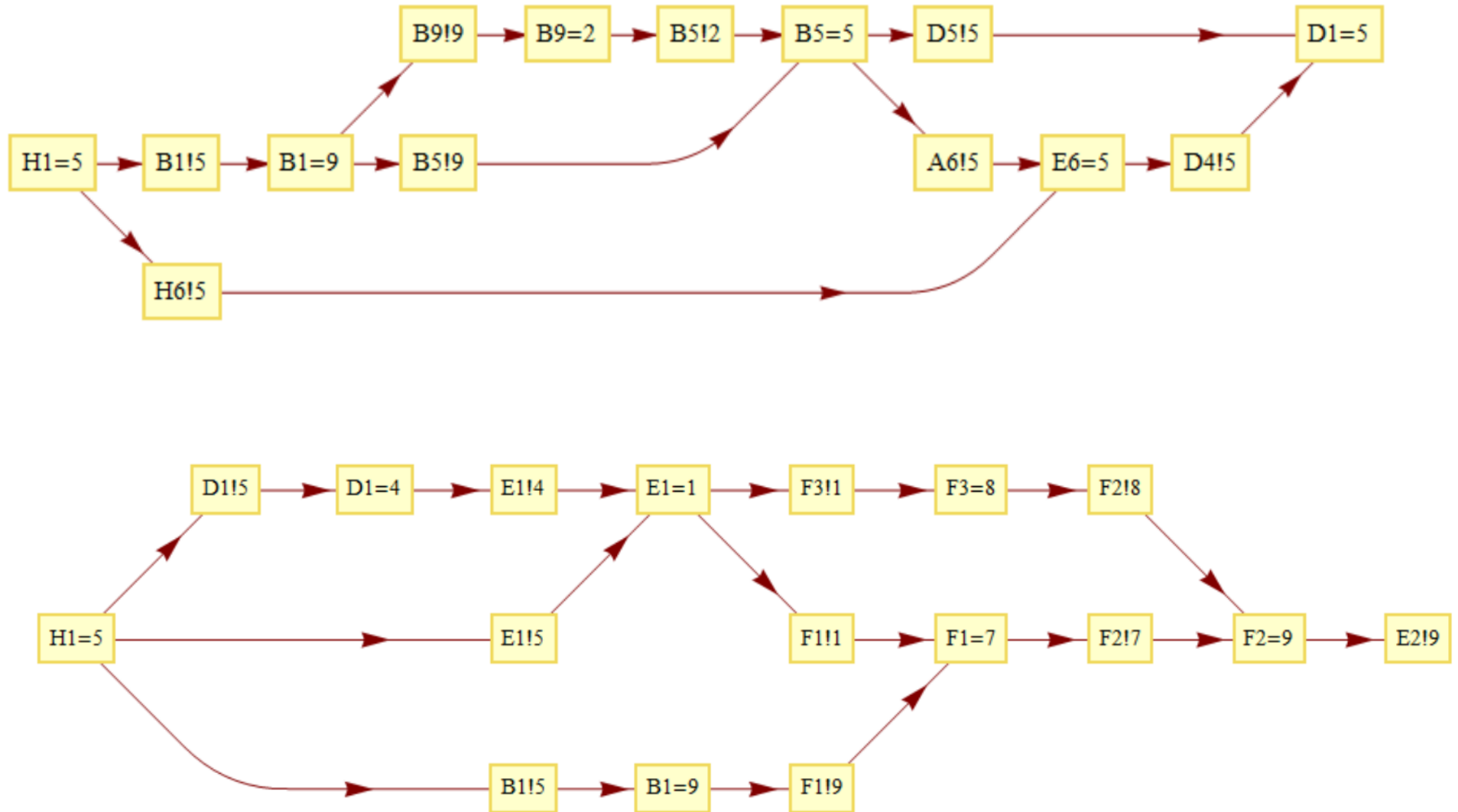




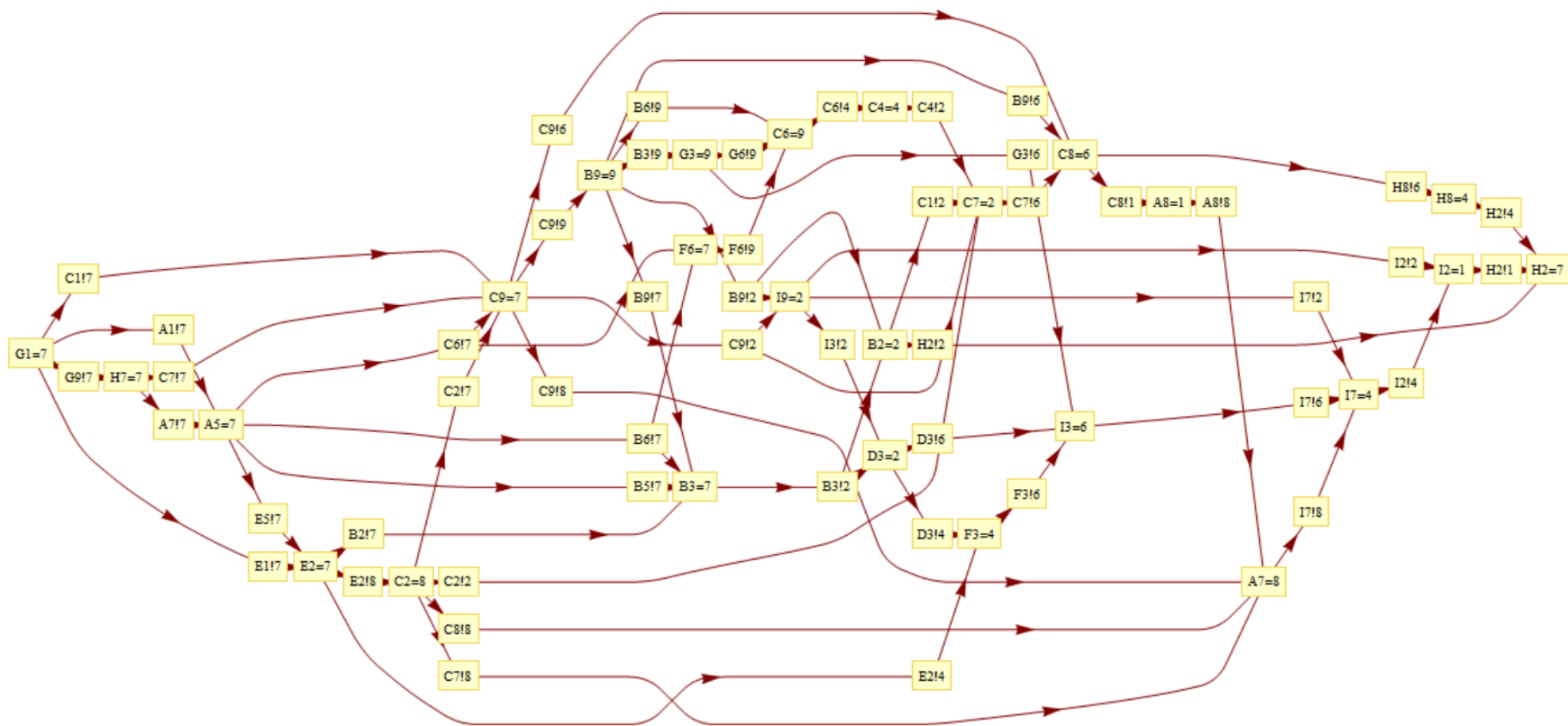
赤色の部分を加える



実際の例1



実際の例2



難しい問題を解いてみる

$$\left(\begin{array}{ccc|ccc|ccc} 0 & 0 & 0 & 0 & 3 & 0 & 5 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 4 & 7 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 3 & 0 & 0 & 4 & 0 & 7 & 0 \\ \hline 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 2 & 9 \\ 0 & 0 & 0 & 9 & 0 & 8 & 0 & 0 & 0 \\ 9 & 6 & 0 & 0 & 0 & 0 & 8 & 0 & 0 \\ \hline 0 & 4 & 0 & 1 & 0 & 0 & 6 & 0 & 8 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 3 & 7 & 0 & 0 \\ 7 & 0 & 6 & 0 & 5 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{array} \right)$$

ランダムチョイス

- 最終手段であり、これを使えばどんな問題も解ける。
- 数学的な原理は背理法。
- 論理的な解法でないとして、避けられる傾向がある。
- 日本で出版された書籍にある問題はほとんどすべてチェーンまでで解ける。
- 計算機を用いて数独を解くプログラムは、ほとんどの場合、これのみを用いている。

ランダムチョイスの深さ

- 問題を解くために「何回ランダムチョイスを重ねなければならなかったか」をランダムチョイスの深さという。
- ランダムチョイスを必要する問題の難易度をランダムチョイスの深さで測る。

ニコリの問題募集用に作成した問題

		5		2			3	
	3		7					1
8		9			6	5		
	9		8		1			3
		7				4		
3			4		2		9	
		1	2			3		9
9					7		8	
	4			3		7		

% 1-Koku-dome (1国同盟): 1873

% AB Operation (AB操作): 2

% N-Koku-domei (N国同盟): [2, 1, 0, 0, 0, 2, 441]

% N-Koku-domei2 (N国同盟2): [0, 0, 0, 0, 0, 0, 0]

% Chain (チェーン): 26

% Depth (深さ): 5

% Chain detail (チェーン詳細): [22, 4, 0, 0]

% Depthroute (深さの履歴): [1, 2, 2, 3, 4, 4, 5, 5, 3]

% AB Block: 1

% AB Row-Column: [0, 1, 0, 0, 0, 0, 0]

% Computaton time (計算時間): 437.302129 sec.

ランダムチョイスの深さは5
→新しいチェーンを使えば解ける

世界で一番難しい数独

http://gigazine.net/news/20100822_hardest_sudoku/

		5	3					
8							2	
	7			1		5		
4					5	3		
	1			7				6
		3	2				8	
	6		5					9
		4					3	
					9	7		

% 1-Koku-dome (1国同盟): 1133

% AB Operation (AB操作): 12

% N-Koku-domei (N国同盟): [1, 0, 0, 0, 0, 3, 114]

% N-Koku-domei2 (N国同盟2): [0, 2, 0, 0, 0, 0, 258]

% Chain (チェーン): 66

% Depth (深さ): 6

% Chain detail (チェーン詳細): [60, 6, 0, 0]

% Depthroute (深さの履歴): [1, 2, 3, 4, 5, 5, 4, 3, 4, 4, 5, 5, 6, 6, 2]

% AB Block: 10

% AB Row-Column: [0, 2, 0, 0, 0, 0, 0]

% Computaton time (計算時間): 704.291273 sec.

ランダムチョイスの深さは6
→新しいチェーンを使っても解けない

AI ESCARGOT

1					7		9	
	3			2				8
		9	6			5		
		5	3			9		
	1			8				2
6					4			
3							1	
	4							7
		7				3		

% 1-Koku-dome (1国同盟): 809

% AB Operation (AB操作): 24

% N-Koku-domei (N国同盟): [2, 1, 0, 0, 0, 1, 112]

% N-Koku-domei2 (N国同盟2): [8, 0, 0, 0, 0, 6, 321]

% Chain (チェーン): 118

% Depth (深さ): 6

% Chain detail (チェーン詳細): [106, 12, 0, 0]

% Depthroute (深さの履歴): [1, 2, 3, 4, 4, 5, 6, 6, 5, 3, 4, 4, 2, 3, 3]

% AB Block: 21

% AB Row-Column: [0, 3, 0, 0, 0, 0, 0, 0]

% Computaton time (計算時間): 664.615985 sec.

ランダムチョイスの深さは6
→新しいチェーンを使っても解けない

使用テクニックとレベル分け

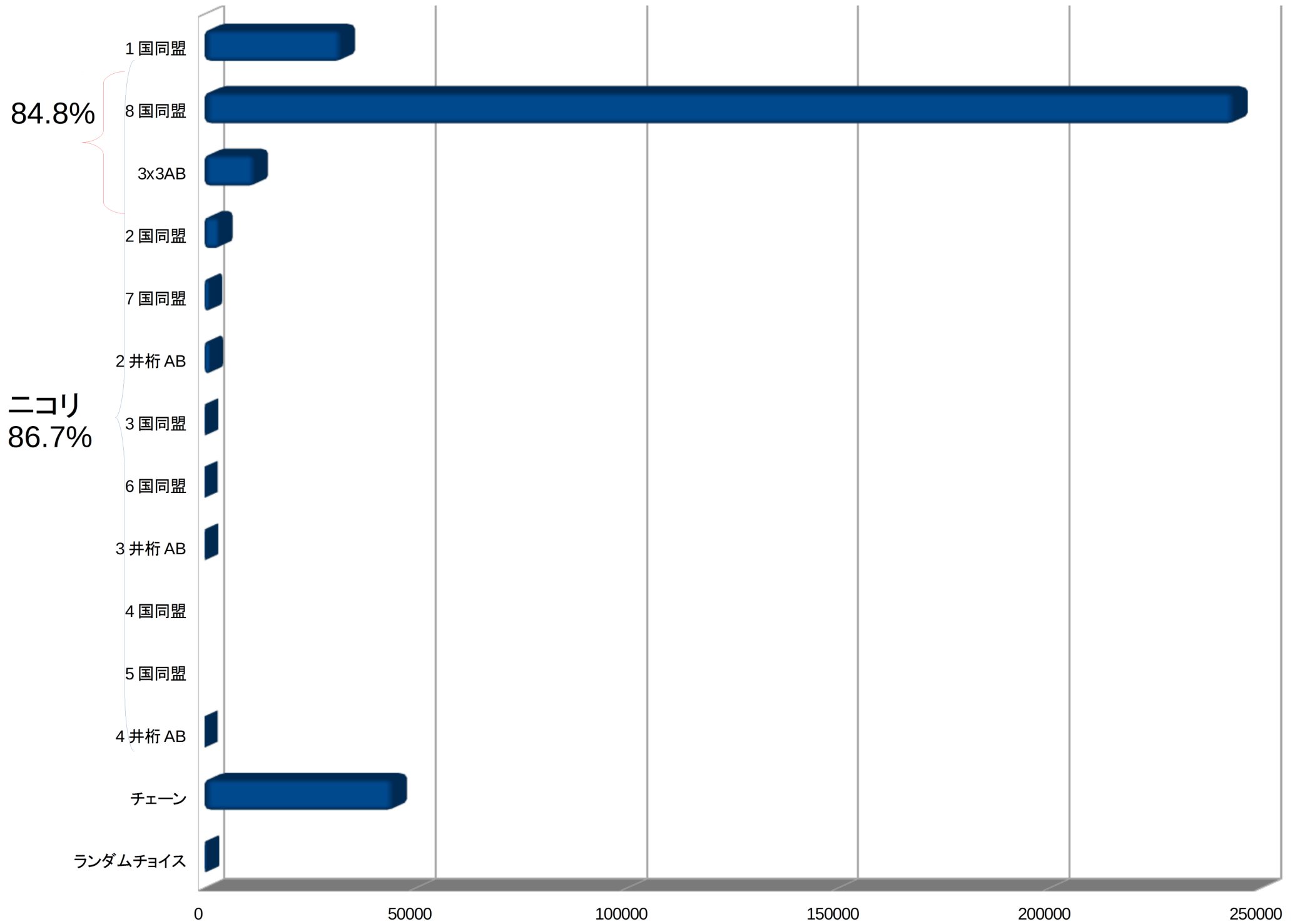
レベル	使用テクニック
1	1 国同盟
2	レベル 1+8 国同盟
3	レベル 2+AB オペレーション (ブロック+行または列)
4	レベル 3+2 国同盟
5	レベル 4+7 国同盟
6	レベル 5+2 井桁
7	レベル 6+3 国同盟
8	レベル 7+6 国同盟
9	レベル 8+3 井桁
10	レベル 9+4 国同盟
11	レベル 10+5 国同盟
12	レベル 11+4 井桁
13	レベル 12+チェーン
14	レベル 13+ミニボックスチェーン
15	レベル 14+ ランダムチョイス → 一般化チェーン

ランダムに生成した問題のレベル分布1

レベル	個数	割合	割合(集積)	テクニック
1	956577	9.57%	9.57%	1国同盟
2	7383531	73.84%	83.40%	8国同盟
3	442741	4.43%	87.83%	3x3AB
4	85518	0.86%	88.68%	2国同盟
5	21776	0.22%	88.90%	7国同盟
6	14900	0.15%	89.05%	2井桁AB
7	2640	0.03%	89.08%	3国同盟
8	0	0.00%	89.08%	6国同盟
9	2510	0.03%	89.10%	3井桁AB
10	0	0.00%	89.10%	4国同盟
11	0	0.00%	89.10%	5国同盟
12	64	0.00%	89.10%	4井桁AB
13-14	1081706	10.82%	99.92%	チェーン
15	8037	0.08%	100.00%	ランダムチョイス
合計	10000000	100%	100%	

ランダムに生成した問題のレベル分布2

レベル	個数	割合	割合(集積)	テクニック
1	32536	9.5694%	9.569%	1国同盟
2	243828	71.7141%	81.284%	8国同盟
3	11941	3.5121%	84.796%	3x3AB
4	3547	1.0432%	85.839%	2国同盟
5	1126	0.3312%	86.170%	7国同盟
6	1341	0.3944%	86.564%	2井桁AB
7	210	0.0618%	86.626%	3国同盟
8	19	0.0056%	86.632%	6国同盟
9	196	0.0576%	86.689%	3井桁AB
10	0	0.0000%	86.689%	4国同盟
11	0	0.0000%	86.689%	5国同盟
12	5	0.0015%	86.691%	4井桁AB
13-14	44815	13.1809%	99.872%	チェーン
15	436	0.1282%	100.000%	ランダムチョイス
合計	340000			



まとめ

- 前回の内容の復習
- チェーンの解説
- チェーンの拡張についての説明
- ランダムチョイスの解説
- 難しい問題の紹介
- ランダムに生成した問題のレベル分布