

SCSat: A Soft Constraint Guided SAT Solver

藤田 博
九州大学

SCSatとは何か？

- 対象： 充足可能と予想されながらも、単一解を得るのさえ極めて困難なSAT問題P
- 特徴： ソフト制約(SC)を利用
 - 対称性等の“好ましい”性質をより多く有する解を指向するよう探索を誘導
 - 元問題Pの探索空間を格段に狭め、問題を易しくする。
 - SCが強すぎてUNSATとなる度、これを自動的に適宜緩和、リスタート。

See Proc. SAT2013, LNCS 7962, 2013, pp.415-421

手続き概要

入力: 元問題PのCNF、ソフト制約SCのWCNF

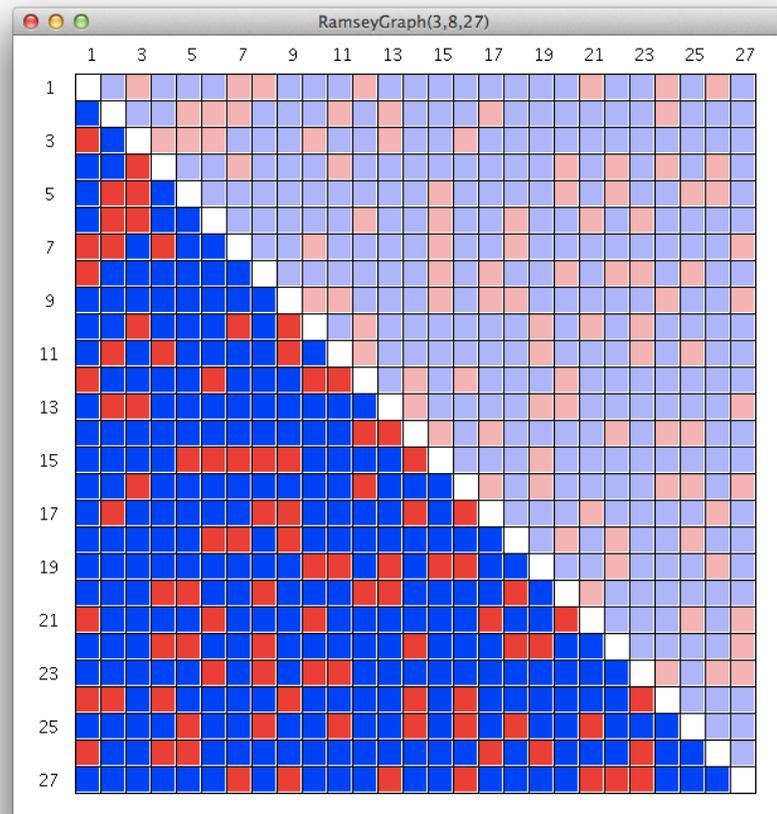
出力: SATの場合はモデル(単解) / UNSAT

```
i := 0; SCi := SC;  
do {  
    solve(P ∧ SCi);  
    if ( result: SAT ) then exit( a model );  
    else if (SCi is empty) then exit(UNSAT);  
    else { SCi+1 := relax(SCi); i := i+1; }  
}
```

例) Ramsey数、Ramseyグラフ

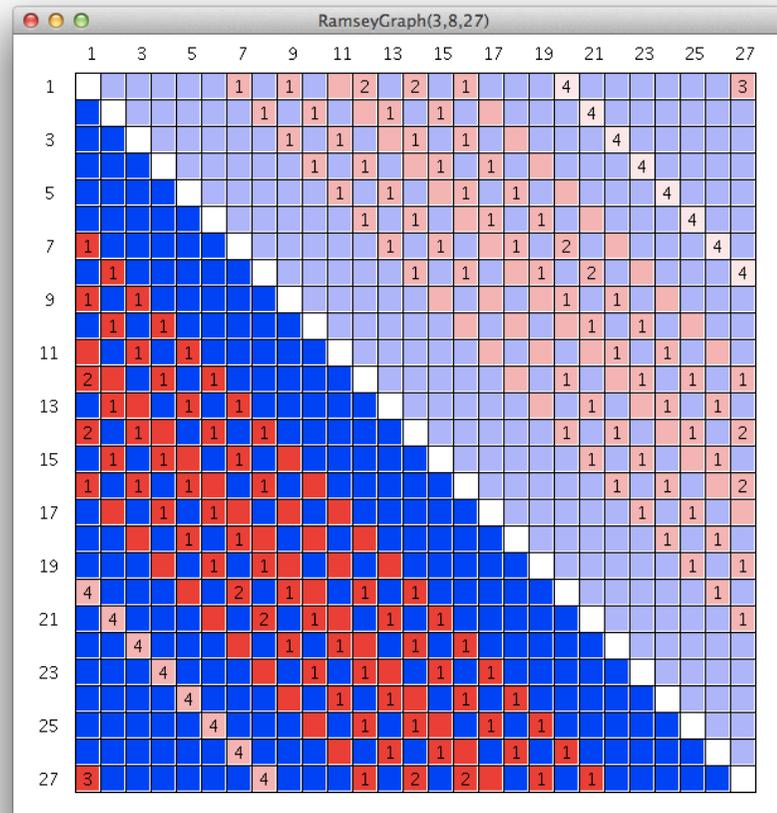
ツール JRamsey のデモ

例) RamseyGraph(3,8,27) 通常のSATソルバーではやや困難



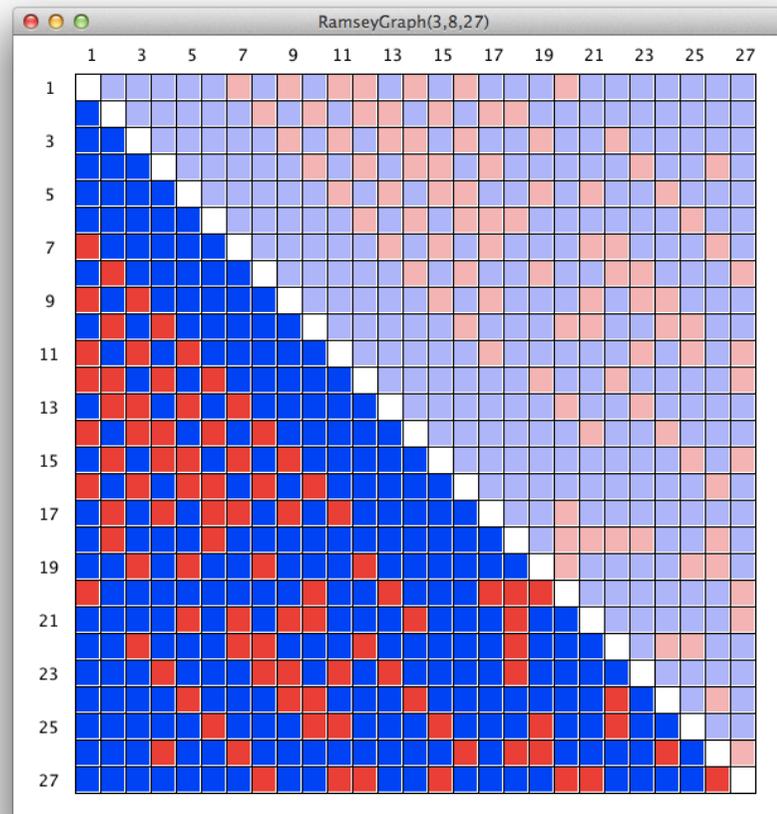
変数個数 =
 $27 * 26 / 2 =$
351
節数 =
2223000

ストライプ制約の付加：
もっと美しく、かつ易しい解があるのでは？



正味の
変数個数 =
ストライプ数 =
26

否、きれいな解はなく、
やや乱れた解しかない！



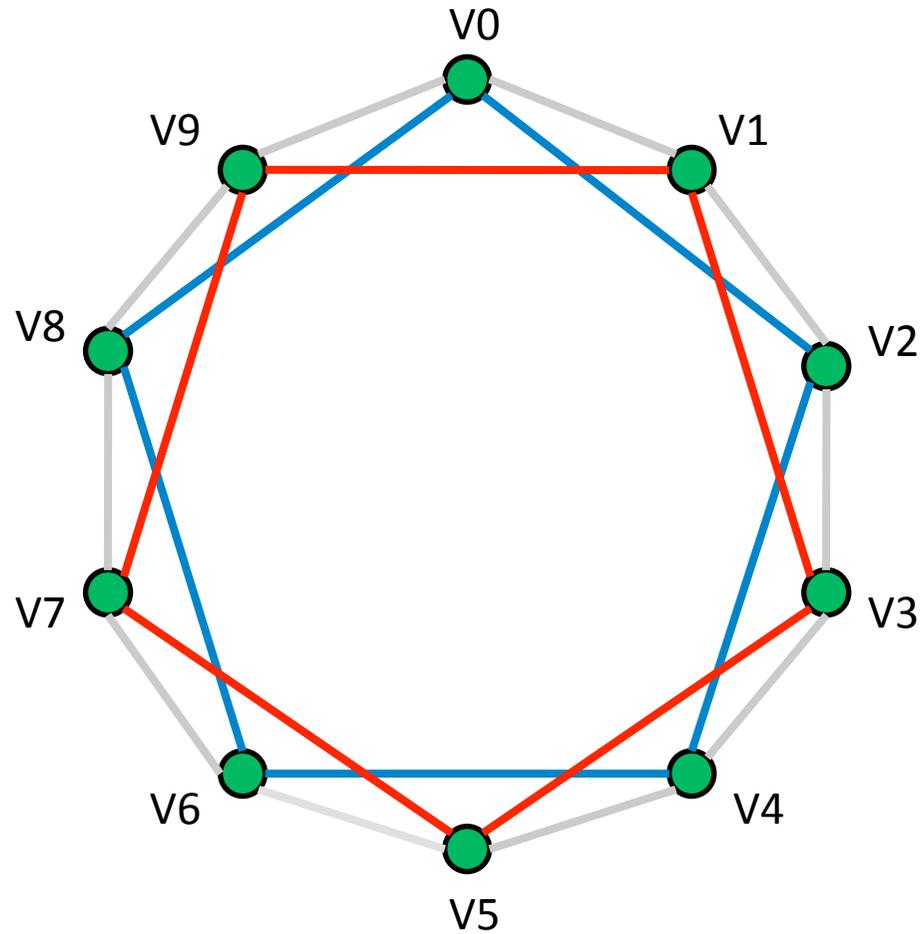
部分的に
ストライプ

様々なRamsey付加制約

- 2009年、ハード制約として付加
 - Symmetric Zebra, Cycle, Alternative Cycle, Pyramid, Drum, etc.
 - それなりに有効ではあるが、Ramsey数探求に直接寄与しないインスタンスばかり。
- 2012年、ソフト制約として付加
 - (Nonsymmetric-) Zebra, Partitioned Zebra, Ichimatsu (Checkerboard), etc.
 - Ramsey数探索に関わる重要なインスタンスにおいて実際に成果があった。有望。

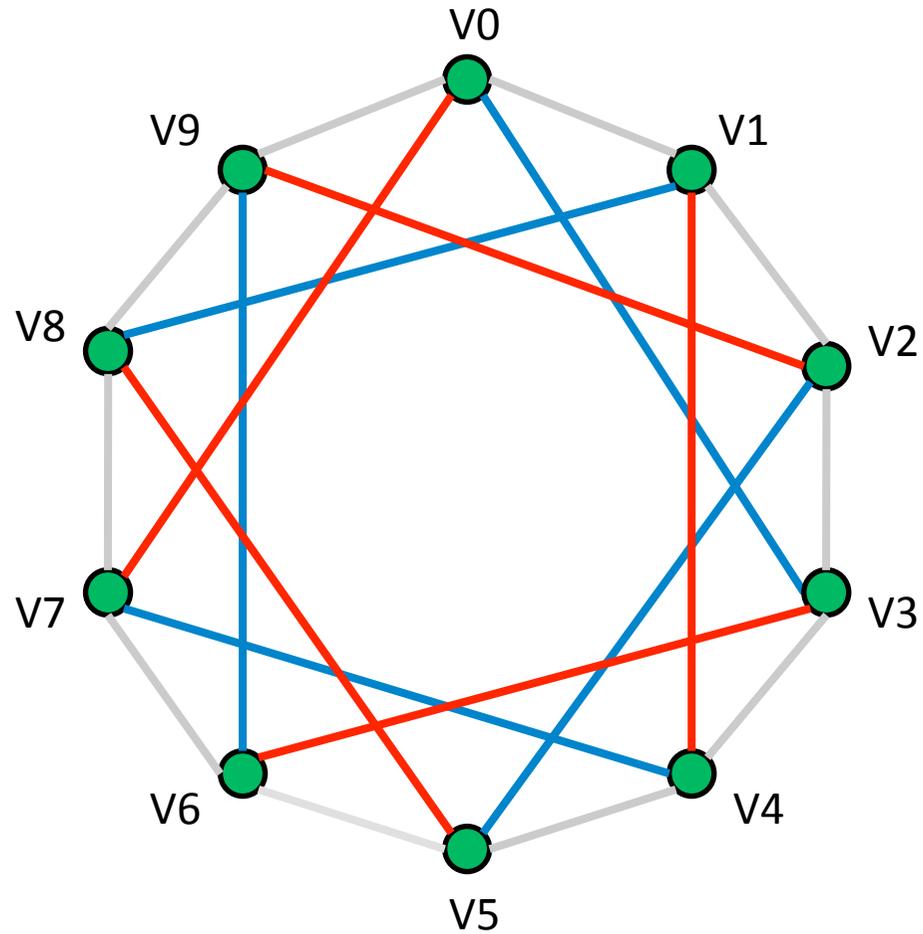
Cycle制約

独立サイクルごとに同彩色



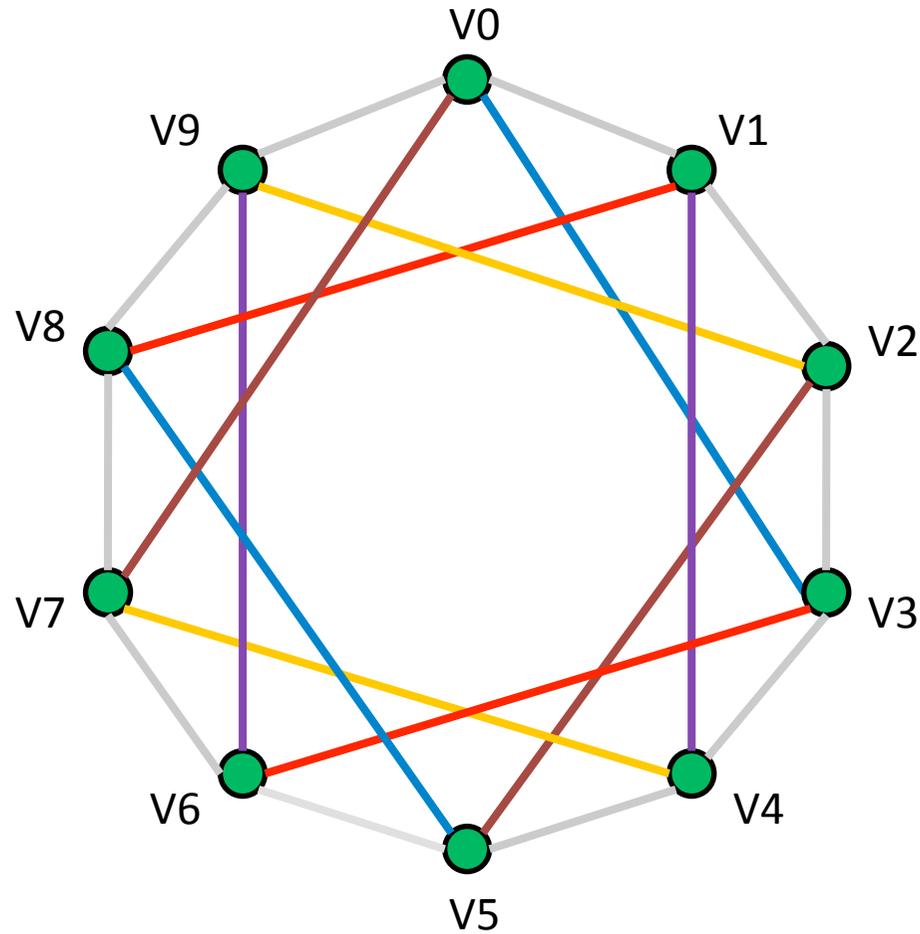
AltCyc

サイクル長10を2変数5回ずつ

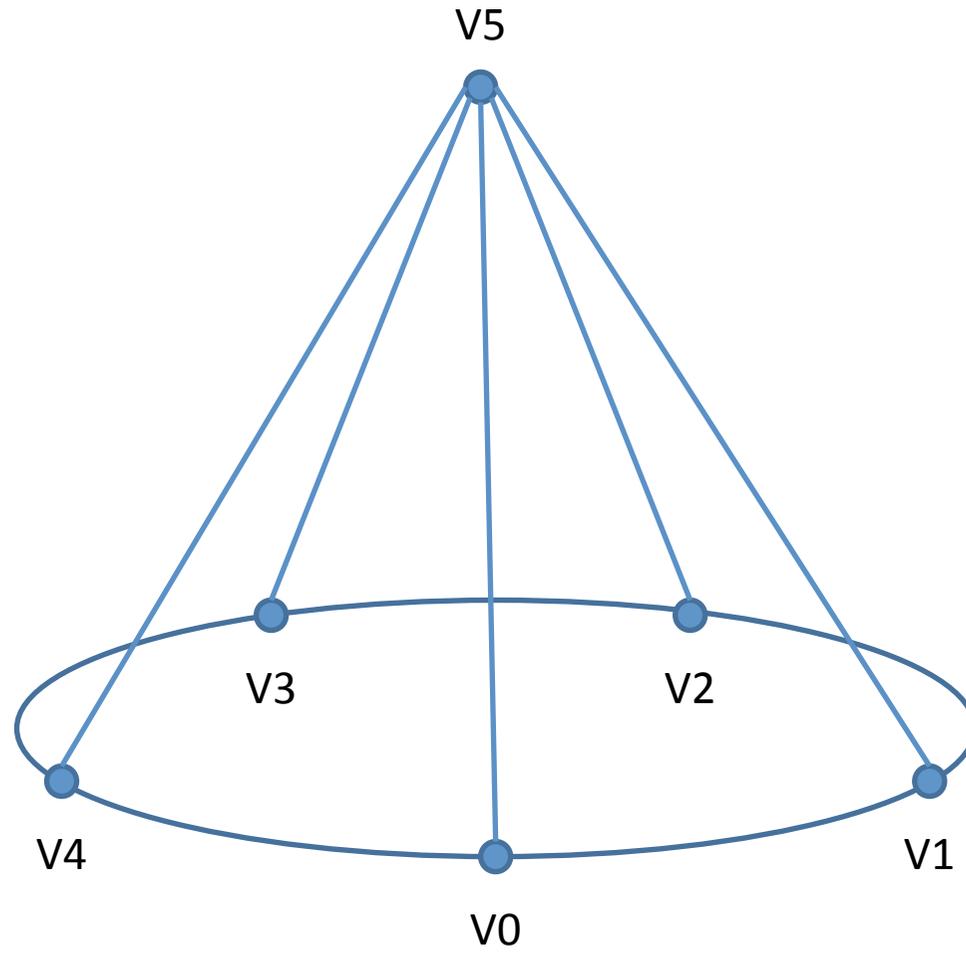


AltCyc'

サイクル長10を5変数2回ずつ



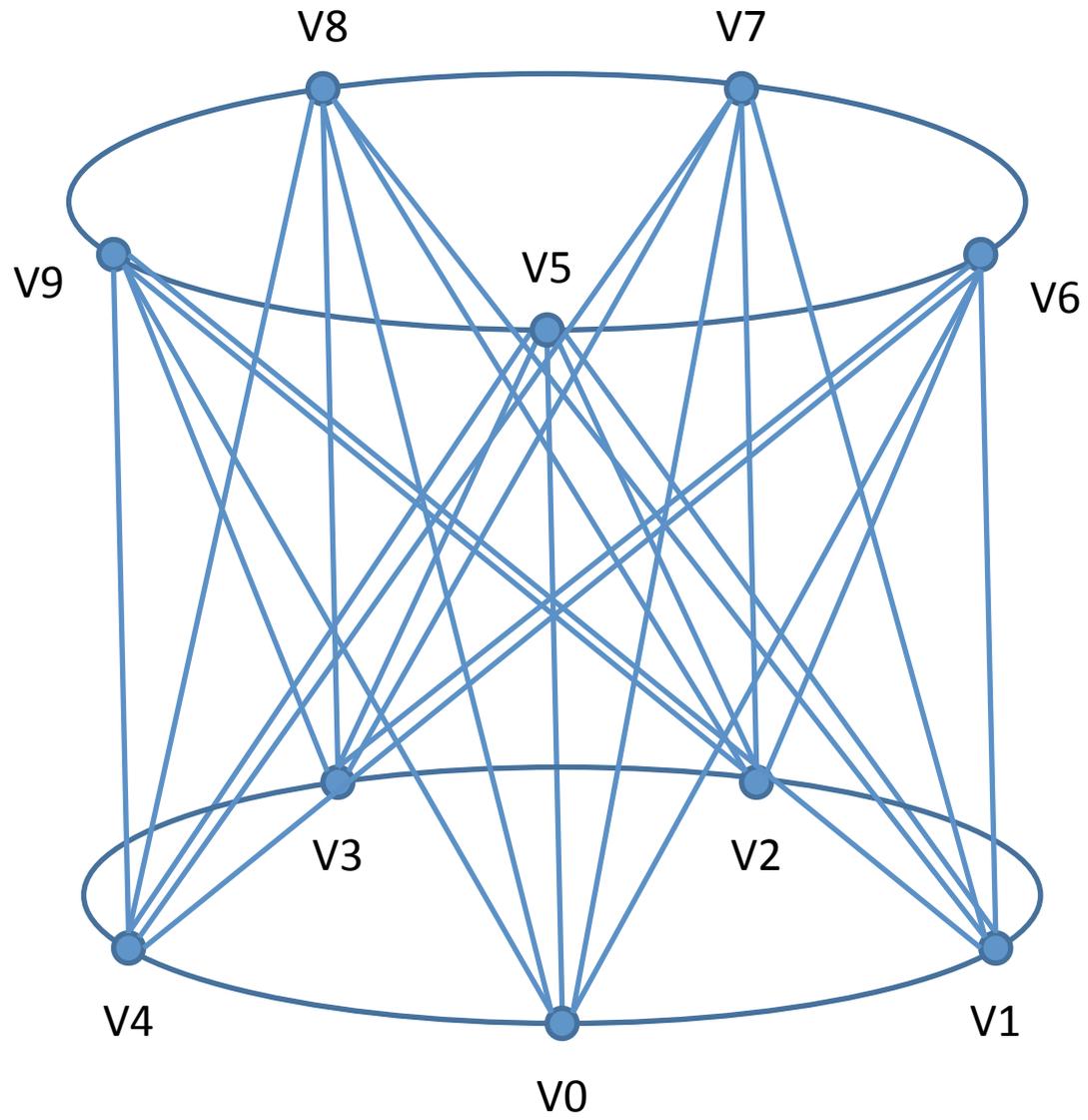
Pyramid



Pyramidの隣接行列

	v0	v1	v2	v3	v4	v5	v6	v7	v8	v9
v0	-									
v1	p1	-								
v2	p2	p1	-							
v3	p3	p2	p1	-						
v4	p4	p3	p2	p1	-					
v5	p4	p4	p3	p2	p1	-				
v6	p3	p4	p4	p3	p2	p1	-			
v7	p2	p3	p4	p4	p3	p2	p1	-		
v8	p1	p2	p3	p4	p4	p3	p2	p1	-	
v9	p5	p6	p7	p8	p9	p10	p11	p12	p13	-

Drum



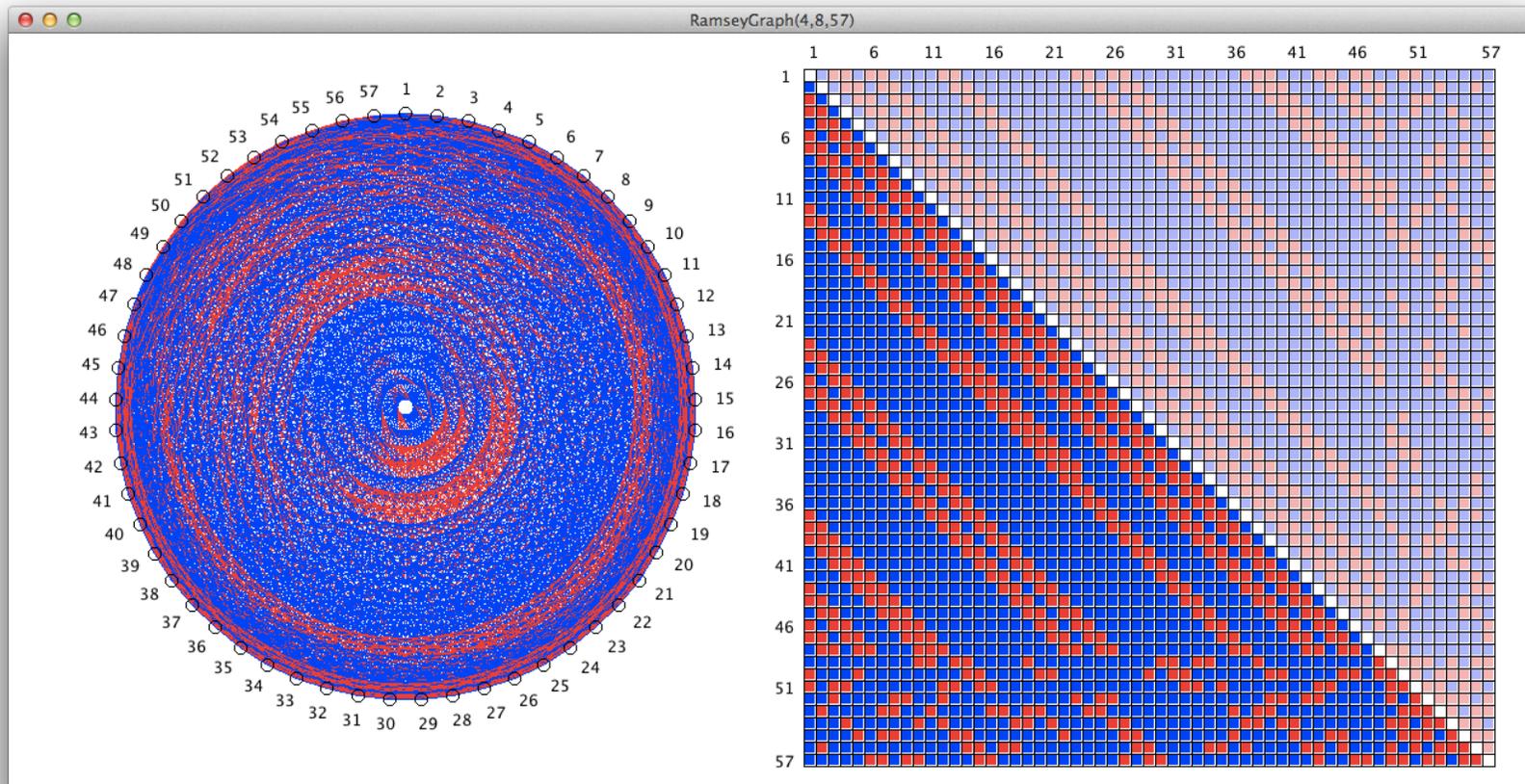
Drumの隣接行列

	v0	v1	v2	v3	v4	v5	v6	v7	v8	v9
v0	-									
v1	p1	-								
v2	p2	p1	-							
v3	p2	p2	p1	-						
v4	p1	p2	p2	p1	-					
v5	p5	p9	p8	p7	p6	-				
v6	p6	p5	p9	p8	p7	p3	-			
v7	p7	p6	p5	p9	p8	p4	p3	-		
v8	p8	p7	p6	p5	p9	p4	p4	p3	-	
v9	p9	p8	p7	p6	p5	p3	p4	p4	p3	-

SCSat実行例

SCSat(Ramsey特化版)のデモ

成果： RamseyGraph(4,8,57) ラムゼー数 $R(4,8)$ の最良下界を58に更新



See arXiv:1212.1328, 2012

最後に

重要なSAT問題で、

- 充足可能と想定されるも
- MiniSAT等を数ヶ月走行しても未解決な程困難

しかしながら、

- 対称性等の付加制約を(部分的ながらも)満たすような解が想定される

ならば、適当なソフト制約をご自分でご用意の上、SCSatをぜひお試してください。

Thank you!