

大画面共同作業インタフェースを持つ発想支援グループウェア KUSANAGIの評価

由井 蘭隆也[†] 重信 智宏^{††} 宗森 純^{†††}

[†]北陸先端科学技術大学院大学 ^{††}情報通信研究機構 ^{†††}和歌山大学

発想支援システムの課題である画面の一覧性を物理的に克服する発想支援グループウェアKUSANAGIを開発した。このグループウェアは複数台のPCを用いた共同作業空間を用いて数百枚規模のラベルデータを視認できる。また複数のネットワークマウスによる並行操作によって参加者が同時に別々の共有オブジェクトを操作できる。このグループウェアを約300枚の意見データを用い、概念形成を目的とするグループ化の共同作業実験に適用した。その結果、複数画面を仮想的に扱う従来システムと比較して(1)グループ化による概念形成作業時間を有意に改善する、(2)共有画面に対する操作割合が均等に近づくことがわかった。

Application and Evaluation of Large Screen Interfaces with Multi Mice to Groupware for an Idea Generation

Takaya Yuizono[†] Tomohiro Shigenobu^{††} Jun Munemori^{†††}

[†]JAIST ^{††}NICT ^{†††}Wakayama University

Groupware for an idea generation support system named KUSANAGI has been developed. The groupware has a goal to overcome the problem of looking through the few hundreds of data that is a major problem of idea generation support systems with hand-operation. The groupware has a large collaboration workspace showing few hundreds of data and supports multi cursors for parallel works by users. Trials of the grouping task using about three hundreds of labels for concept formation with the groupware showed that the cases with collaborative large workspace improved the working hour of the grouping task significantly and made the rate of user's access to be equal by comparison with the ordinary systems with one monitor.

1. はじめに

知識社会基盤としての Web 技術は発展中であり、計算機による意味処理の補助を目的とするセマンティック Web や集合知という概念をもつ Web2.0 が注目を集めている。また、組織経営の分野では、人間がもつ知識を活用、創成するための知識経営が 90 年代後半より注目されてきたが単なる ICT 導入は不十分であり、知識獲得の実践を行う方法論や組織作りが求められる。したがって、グループの知識を集約できるグループウェア技術が必要になると予想される。また、複数の人間からデータを集めると自ずと大量データを収集することが可能となり、大量データを扱うインタフェース技術も重要となる。

これまでに、日本では、集合知と同様な指向性

を持つ衆知を集める発想法である KJ 法[1](註1)に着目したグループウェアの研究が数多く行われてきた。代表例として、KJ-Editor[2]、D-Abductor[3]、発想支援グループウェア郡元[4]が上げられる。KJ 法は、収集したデータから新たな構想を発想するための技法として始まり、数多くの収集データを取り扱えることが期待される。これら計算機支援において、1台の計算機画面でより多くのデータを人間が取り扱うための工夫が検討されてきた。KJ-Editor ではパニング機能[2]、郡元では拡大縮小表示機能[4]が開発され、特に、郡元から派生した GUNGEN-DXII[5]ではテトリス型インタフェースにより数百枚レベルの収集データを利用した評価実験まで実現されている。一方、近年、複数の計算機がもつ出力

(註1)KJ 法は川喜田研究所の登録商標です。

画像を合成した大画面ディスプレイが実現されるようになり[6]、それらを用いた共同作業の調査も進められつつある[7]。したがって、紙面上のKJ法がもつ一覧性を実現する方法として大画面ディスプレイの適用が有望視される。

本報告では、数百枚規模の意見データを取り扱うための大画面共同作業環境をもつ発想支援グループウェア KUSANAGI について述べ、その評価実験とその結果について考察する。

2. 分散協調型 KJ 法と従来の KJ 法支援

2.1 概念形成としての島作成作業

分散協調型 KJ 法の作業は、意見入力、島作成、文章作成の三段階である。意見入力段階では、ブレインストーミングの精神にのっとり思いつく限り意見を出す。島作成段階の作業では、似たような意見を直感的に集めてグループ化を行い、かつ、分類作業を行わないことを作業指針としている。ただし、その作業は、本格的な KJ 法で行われるボトムアップ作業を綿密に繰り返し、階層構造を得るレベルまで要求せず、空間型配置による概念形成を行う。そのグループ化された集まりを島と呼び、それぞれの島には、中身を反映した名前、島名を付ける。最後の文章化段階では、それまでに得られた島作成の図をもとに結論であるまとめ文章を作成する。

これら三段階の中で本研究では、発想法としての KJ 法の特徴を示し、空間的な収束的思考が要求される島作成の段階に注目する。島作成段階によるグループ化と島名付けの一連作業はある種概念形成とみなすことができ、すべての意見をよく吟味して関連づけることが要求される。したがって、数百枚の意見を取り扱うためには、広い作業空間の取扱いが重要となる。

2.2 発想支援グループウェアの島作成支援

発想支援グループウェア郡元は、複数の参加者が複数の計算機を介して分散協調型 KJ 法を行うことを支援するシステムである。

郡元[4]が支援する島作成段階のための共同作業インタフェースについて説明する。共同作業画面に対する操作を行うには操作権をとる必要がある。したがって、島作成段階での共同作業は操作権を持った人が中心になって行われる。他の人はコミュニケーション機能を用いて自由に議論に参加する。似たような意見を直感的に集めてグループ化する島編成の作業を行い、各島に中身を反映した島の名前を付ける。

GUNGEN-DXII[5]は、数百枚の意見ラベルを処理するために作成された発想支援グループウェアである。島作成の最初の段階を支援する機能は、仮の島作成機能である。その機能を用いた島作成の作業は、個人で行い、個々のデータが落ちてくる約 15 秒の間に所属する島を決定する。その時

間制約によって、数百個の意見ラベルを扱う時間を短くするという効果に加えて、直感的な島の判断を促している。この機能によって作成された島を仮の島と呼び、その差異をシステムが提示し多数決で島の内容を決定する。その結果を元に参加者による最終的な島作成を郡元と同様のインタフェースを用いて共同で行う。

3. KUSANAGI の概要

KUSANAGI は分散協調型 KJ 法を支援するシステムであると共に知識プロセス活動への適用も進められている。システムの開発には、オブジェクト指向や並行処理などのプログラミング環境が整っている Java を用い、プログラム行数は 1 万行を越えている。ミドルウェア GLIA[8]を開発に使用し、異なる PC にある各ウィンドウにネットワークを介したマウス操作を実現すると共に、マルチカーソルによる並行操作も実現している。

従来の KJ 法支援システムと比較して次の 2 点で特徴がある。

(特徴 1) 拡張性をもつ大画面インタフェース

物理資源とメモリ資源の許す限り、自由に N 行 M 列に PC を配置した共同作業空間を構成できる。図 1 は PC10 台を用いた例であり、A0 サイズの模造紙と比較して大きな作業空間が構成されている。



図 1 PC10 台を用いた KUSANAGI と模造紙

(特徴 2) ネットワークを介した共有画面オブジェクトへの並行操作

ある PC に接続されたマウスは、そのマウスごとにカーソルが現れ、どの画面にもカーソル移動できる。そして、画面上に表示された意見ラベルや島を操作できる。そして、SDG (Single Display Groupware) と同様に同一 PC 画面に表示された意見ラベルや島を複数の人がマルチカーソルで操作できる。

その他に、マルチプラットフォーム対応であり、Windows 系 OS、Macintosh 上で動作確認が取れている。加えて、KUSANAGI では操作のログデータを取っている。複数計算機で共有する操作イベン

トごとに操作時間とその操作内容を記録し、作業の理解に応用できる。特に、島作成段階のログデータとして意見の移動、島の移動、島の作成、島枠の変更、島名付けなどが記録される。

4. 数百枚データのグループ化実験

大画面インタフェースをもつ KUSANAGI の共同作業環境が島作成のタスクに及ぶ影響を調べるために約 300 枚の意見データを用いた評価実験を行った。実験では、過去に行われた研究で使用された意見データと同じデータであり、PDA で収集されたテーマ「究極の研究室」の意見データ 287 枚を使用した(註 2)。また、大画面の場合と 1 画面の場合の使用感を比較するために、テーマが異なるが同枚数のデータを用いた作業を 1 画面で 30 分間行ってもらった。1 画面の場合、過去に行われた研究によると平均で 6 時間かかったとされており[5]、30 分間のみの作業に制限した。これら実験の終了後、5 段階評価を中心としたアンケート調査を行った。

実験は 3 人を 1 グループとして 5 回行われた。実験の参加者は、博士前期課程の学生 12 人、博士後期課程の学生 3 人であり、この 5 回の実験において、大画面の実験と 1 画面の試用実験は交互に行われた。いずれの実験でも開始時に約 300 枚の意見を 10 画面上にランダム配置した。

実験環境の大画面インタフェースは図 2 に示すように 10 個のモニタを縦 2 行、横 5 列に配置し、解像度は全体で幅 6400 画素、高さ 2048 画素である。真ん中に座った参加者に対して画面の水平視野角は、-51 度から 51 度であり、通常の視野より広角であった。10 台の Mac mini (Apple Computer) を使用し、各計算機上で KUSANAGI と GLIA を動かすことにより、10 台が協調して共同作業環境を作り出している。その他、KUSANAGI の共有イベントについては配信専用のサーバ計算機を 1 台用意した。このような環境で、各参加者は、別々のマウスとキーボードを用いて、すべての PC 画面に対して操作可能であった。

一方、1 画面の場合の実験環境は図 3 に示すように、各参加者がそれぞれ 1 台の PC を使用した。その計算機画面の解像度は幅 1280 画素、高さ 1024 画素であり、各自が仮想ウィンドウ機能を用いて、10 画面の中から好きなウィンドウを表示することや、スクロールバーによる縦横方向への画面移動を行えた。

5. 実験結果と考察

5.1 実験結果

表 1 に 5 回の実験結果を示す。島数は作られた

(註 2) 過去のデータは手書きデータであったが、今回は、そのデータをキー入力によって文字データに変換したものを使用した。

グループの数であり、グループを示す枠の中に一つでも意見や島があるものを数えた。島作成時間は、すべての意見データをグループ化すると共に、各グループに名前を付け終わるまでの時間である。



図 2 大画面の実験風景

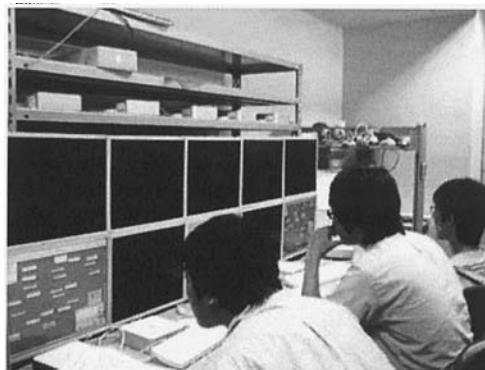


図 3 一画面の実験風景

表 1 KUSANAGI を用いた実験結果

	島数	島作成時間(分)
2007. 6. 14	62	160
2007. 6. 16	57	176
2007. 6. 19	54	154
2007. 7. 12	51	107
2007. 7. 20	55	99
平均	55.8	139.2

図 4 に示すのは、「2007. 7. 20」の実験で作成された結果の仮想画面であり、得られた結果の全体をみることができる。最終的に得られたすべての実験における島作成結果をみると、その島は 6 画面から 8 画面の間に配置されていた。ほとんどの実験では、島は各 PC 画面の枠内に収められる傾向がみられた。しかし、図 4 のように、島の中に島が入る島の階層が 5 段階に及んだ例もあり、親の島が 6 画面にまたがる場合もあった。



図4 仮想画面ウィンドウが示すグループ編成結果

5. 2 考察

5.2.1 定量的評価

大画面の場合の実験結果と、郡元または GUNGEN-DXII を用いて同じ収集データを用いて島作成を行った場合の結果を表2、図5、図6に比較する。図5より、郡元を用いた場合の島作成時間の最小時間 239 分と比較して、KUSANAGI の最大時間 176 分は約1時間の短縮結果であると共に、GUNGEN-DXII の時間と比べても同様に約1時間の短縮結果となっている。また、図6より KUSANAGI の島数の最小値は 51 個であり、GUNGEN-DXII の最大値 39 個、郡元の最大値 44 個より約 10 個多い結果となった。

一元配置の分散分析の結果より、島作成時間 ($F(2, 8)=7.42, p<0.05$)、島数 ($F(2, 8)=22.03, p<0.01$) とともに平均値に有意差が見いだされた。そして、テューキー・クレーマーの方法を用いて対比較を行った結果、KUSANAGI を用いた場合、郡元と比べて島作成時間が短縮される ($q(3, 8)=2.43, p<0.05$)、かつ、GUNGEN-DXII ($q(3, 8)=8.83, p<0.01$)、郡元 ($q(3, 8)=6.27, p<0.01$) と比べて島数が多くなるという結果になった。したがって、KUSANAGI を用いた大画面環境は島作成による概念形成の量を落とさずに、島作成時間を短縮した可能性がある。以下では、この原因について共有画面に対するイベントログを用いて調べる。

表2 実験結果の平均値による比較

システム	島数	島作成時間(分)
KUSANAGI	55.8	139.2
GUNGEN-DXII	31.7	236.0
郡元	38.7	355.3

KUSANAGI を用いた島作成時間が短縮される理由として、単位時間あたりの共同作業空間への操作が多い可能性がある。そこで単位時間あたりの共有イベントの回数 (回/分) を意見に関する

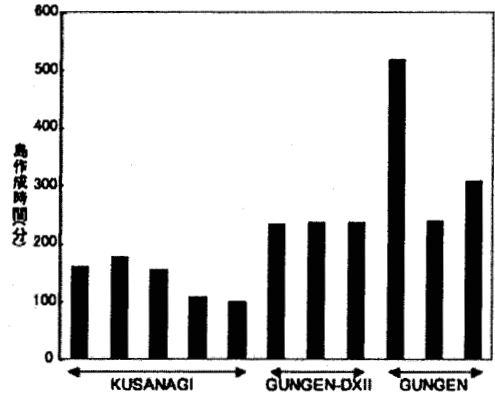


図5 島作成時間の比較

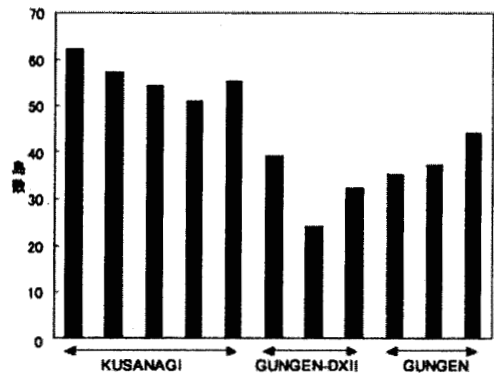


図6 島数の比較

もの、島に関するもの、そして、スクロール機能を用いた画面移動に関するものに分けて調べたものを表3に示す。

一元配置の分散分析の結果より、1分あたりの全イベント数 ($F(2, 8)=40.7, p<0.01$) に有意差が見いだされた。そして、対比較を行った結果、KUSANAGI を用いた場合、郡元 ($q(3, 8)=9.2, p<0.01$) と GUNGEN-DXII ($q(3, 8)=11.6, p<0.01$) と比べて1分あたりの共有イベント数が多い結果となった。全イベント数の結果と同様に、意見と島に関する単位時間あたりのイベントは KUSANAGI のケースが多い結果となった。

表4に共有画面に対する参加者の操作割合を調べた結果を示す。マルチカーソルによる並行操作が行える KUSANAGI では、最小値で 27.4%であった。一方、操作権制御により同時に1人しか共同作業を行えない郡元の場合、実験参加者9人中6人が KUSANAGI の最小値より下回る操作率の結果となった。一方、GUNGEN-DXII については、13.7%という操作割合が最小値の場合がみられたが、共同作業を行う前の仮の島作成作業を考慮すると島作成全体の操作率はより均等に近づくこ

とが期待できる。

以上より、KUSANAGI は操作の密度を増やし、すなわち、同時に複数人が操作することにより、多数の操作が素早くできるために、短時間で島作成の作業ができることがわかった。一方、GUNGEN-DXII は、ある程度操作を自動化して操作の数（共有イベント数）を減らして作業時間を短縮していることもわかった。

表3 1分あたりの共有イベント数

システム	意見 島関 画面				
	関係	係	移動	全体	
KUSANAGI	6.14	12.8	8.2	21.0	
	6.16	16.0	8.1	24.2	
	6.19	13.9	7.7	21.5	
	7.12	13.3	8.4	21.7	
	7.20	15.5	13.9	29.4	
	平均	14.3	9.2	23.6	
GUNGEN -DXII*	実験1	5.2	1.1	0.9	7.2
	実験2	5.7	1.4	1.5	9.0
	実験3	4.9	0.6	0.8	6.4
	平均	5.3	1.0	1.1	7.5
GUNGEN	実験1	7.2	1.3	1.0	9.5
	実験2	8.3	2.7	1.4	12.4
	実験3	7.1	2.3	1.1	10.5
	平均	7.5	2.1	1.2	10.8

*GUNGEN-DXII の場合、意見移動に仮の島作成成分とし

て意見数 287 の 3 人分 861 を加えた。

表4 参加者の操作割合による比較

システム	参加者の操作割合 (%)		
KUSANAGI	38.0	30.6	31.5
	36.9	31.4	31.7
	37.5	35.2	27.3
	29.2	29.7	41.1
	28.6	44.4	27.0
GUNGEN DXII	25.3	30.9	43.8
	32.6	29.5	37.9
	47.2	39.1	13.7
郡元	15.2	19.4	65.4
	55.9	21.0	23.1
	43.0	33.2	23.8

次に、島数が多い原因について最終的に得られた島作成図と共有イベントの回数をもとに探る。

一画面環境である郡元において、最終的に作成された島作成結果をみると、図7のように十数枚の意見データが重ねられたままの場合があり、中身の意見データが一覧できないものもみられた。これは画面が狭いために関連がありそうなもの

は重ねて整理し、作業場所を確保するためである。それに対して大画面環境である KUSANAGI では、意見が重なって中身がみえないということにはなかった。また、GUNGEN-DXII では最終的な島を作成する段階で仮の島をベースに作業を行うため、細かく分かれすぎた（小さな）複数の仮の島を一つの島にまとめる傾向があった。したがって、ラベルから手作業で島を作成する場合と比較して、島が少なくなる結果となったと推測される。それに対して、KUSANAGI の場合は、島の作り方が発想というよりは分類に近いという面もあるが、細かくデータの中身を整理した島が作成されていた。これは大画面インタフェースでは画面が一覧できることが影響したと推測される。

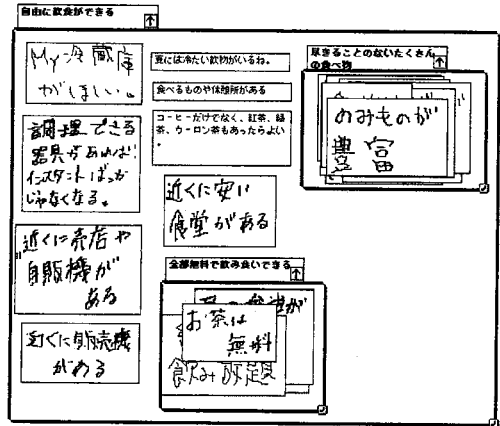


図7 郡元(一画面)における意見が重なりあった島

次に、共同作業空間への操作について表5にみる。そこでは、共有イベントの回数を意見に関するもの、島に関するもの、画面移動回数にわけたものを示す。

一元配置の分散分析の結果より、意見関係のイベントには差が見いだされなかったが、全イベント数 ($F(2, 8)=5.6, p<0.05$) と島関係 ($F(2, 8)=38.9, p<0.01$) に有意差が見いだされた。そして、対比較を行った結果、全イベント数については郡元と GUNGEN-DXII ($q(3, 8)=4.5, p<0.05$) の間に差が見られたのみであったが、島関係のイベントについては KUSANAGI の場合、郡元 ($q(3, 8)=7.0, p<0.01$) と GUNGEN-DXII ($q(3, 8)=12.2, p<0.01$) より多い結果となった。

以上より、KUSANAGI を用いた大画面インタフェースでは、多くの意見や島のデータを一覧できるために、それらデータの違いを吟味しやすく、多くの島が作成される。そして、島関係の操作が増える結果となったと推測される。

5.2.2 アンケートによる評価

表6に5段階評価によって大画面環境と一画面環境に対する印象の違いを示す。数百枚の意見を

表5 共有イベント数の総計

システム	意見 関係	画面			合計	
		島関係	移動			
KUSANAGI	6.14	2053	1304		3357	
	6.16	2821	1431		4252	
	6.19	2133	1182		3315	
	7.12	1424	898		2322	
	7.20	1538	1376		2914	
平均	1993.8	1238.2			3232.0	
GUNGEN -DXII*	実験1	1223	258	209	1690	
	実験2	1344	330	353	2127	
	実験3	1166	152	195	1513	
	平均	1244.3	246.7	252.3		1776.7
	実験1	3743	670	504		4917
GUNGEN	実験2	1989	641	342	2972	
	実験3	2189	709	337	3235	
	平均	2640.3	673.3	394.3		3708.0

*GUNGEN-DXIIの場合、意見移動に仮の島作成成分とし

て意見数287の3人分861を加えた。

使用する場合、大画面のほうが一面より作業の行いやすさ、有効さ、画面の大きさのいずれについても高評価であることがわかる。

表7に大画面環境に対する5段階評価の結果を示す。共同作業の対象である意見や島の移動がうまく行え、共同作業がうまく行えたと参加者は感じていることがわかる。また、他計算機画面に意見や島を移動できるドラッグ機能においてもネットワーク遅延を気付かない範囲であり、高評価であった。

5.2.3 関連研究

近年、行われた大画面インタフェースの共同作業環境の研究[7]において、マルチカーソル環境と単一カーソル環境の比較が行われている。ここでは、12分という時間制限の中、14を越えない範囲で文章を選択し、新聞記事一面を構成するという調整タスクが使用されている。その結果、マルチカーソルの場合、並列作業が増すこと、議論の質が上がるということが定量的に明らかにされている。我々の結果は、並列作業により、作業が効率的になったことは同じ傾向であるが、大画面インタフェースをもつ共同作業空間が数百枚のデータを用いた概念形成というタスクに対する効果を実証したものであり、より本格的なタスク(大量の情報があふれるようになったネットワーク環境下での人間を中心とした知識獲得)を指向している点が異なる。

表6 5段階評価による大画面と一面面の比較

質問項目	大画面	一面面	
作業しやすいですか?	3.9	1.5	**
作業に有効ですか?	4.1	1.7	**
画面の大きさは適切ですか?	3.9	1.7	**
t検定:*p<0.05, **p<0.01			

表7 大画面環境に関する5段階評価

質問項目	評価値
意見や島は移動しやすいですか	3.9
マウスは操作しやすいですか	3.3
ドラッグ機能は作業に有効ですか?	4.5
島作成作業を複数人で有効に行えましたか?	3.8
共同作業のために画面の大きさは適切でしたか	3.7
操作機能は共同作業に必要と思いますか?	3.1

6. おわりに

大画面の共同作業環境で数百枚規模のデータを扱うことを支援するKUSANAGIの評価実験について報告した。その結果、数百枚のデータ数に対する概念形成の作業時間が短縮されると共に、参加者の共同作業への貢献割合が平滑化されることがわかった。今後は、大画面インタフェースの離れた環境への適用を検討する予定である。

参考文献

- [1] 川喜田二郎：発想法-混沌をして語らしめる、中央公論社(1986)。
- [2] Ohiwa, H., Takeda, N., Kawai, K. and Shimomi, A.: KJ editor: a card-handling tool for creative work support, Knowledge-Based Systems, Vol.10, pp. 43-50 (1997)。
- [3] 三末和男, 杉山公造: 図的発想支援システムD-ABDUCTORの開発について, 情報処理学会論文誌, Vol.35, No.9, pp.1739-1749 (1994)。
- [4] 由井園隆也, 宗森 純: 発想支援グループウェア郡元の効果-数百の試用実験より得たもの-, 人工知能学会論文誌, Vol. 19, No.2, pp.105-112 (2004)。
- [5] 重信智宏, 吉野 孝, 宗森 純: GUNGEN DXII: 数百のラベルを対象としたグループ編成支援機能を持つ発想支援グループウェア, 情報処理学会論文誌, Vol.46, No.1, pp. 2-14 (2005)。
- [6] Robertson, G. et al.: The large-display user experience, IEEE Computer Graphics and Applications, pp.44-51, 2005。
- [7] Birnholtz, J.P.: An Exploratory Study of Input Configuration and Group Process in a Negotiation Task Using a Large Display, Proceedings of CHI2007, pp.91-100, 2007。
- [8] 西村真一, 由井園隆也, 宗森 純: 複数のネットワークマウスにより大きな共同作業空間構築を支援するミドルウェア GLIA, 情報処理学会論文誌, Vol.48, No.7, pp.2278-2290 (2007)。