

## Concept Mapping as a Medium of Shared Cognition in Computer-Supported Collaborative Problem Solving

コンピュータが支援する協同問題解決における共有された認知の手段としての概念マッピング

Neli Stoyanova and Piet Kommers

### Abstract

- ・コンピュータで支援された協同問題解決に対する概念マッピングの学習効果を調べる  
仮定：共有された認知は，認知的構造や再構成に対して重要  
概念マッピングはコンピュータ支援の協同において効果的なツール
- ・概念マッピングによる“調整されたグループの相互作用”に対する3つのシナリオ  
(知識が共有される形態 学習プロセスに影響 協同学習の有効性に影響)  
分散，適度な共有，共有
- ・知識の表現と共有の仕方は，分散されたリソースへのアクセスよりもより重要である．

### 理論的背景と研究の合理性

協同は，

- ・思考の異なる手段
- ・新たな観点への促し

を与える．

### 2つのパラダイム

- ・分散認知 (distributed cognition)
- ・共有認知 (shared cognition)

### 分散された認知

- ・個人の内的な認知の延長，“person-plus” cognition (Perkins, 1993)
- ・様々な表現やパートナーの知識へのアクセスを通して (Hutchins, 1991)  
共有された構成物は協同プロセスにおいてどのように取り込まれ，再構成されるのか？

### 共有された認知

- ・協同者の観点の相互理解と共有された問題の解釈を強調
- ・共通のフレームを獲得する
- ・情報と知識の主な違い  
情報：離散的，文脈非依存  
知識：ノード間の意味のある結合を伴ったネットワークで構成，文脈の一部
- ・認知構造を表現し，概念の意味について協議し，個人が共通のビジョンに到達する．
- ・協同学習の重要な特徴は相互作用のプロセスである．

相互依存 ( interdependence ) ( Salomon, 1993 ).

## 協同学習における分散された認知に対する 2 つの興味

### 1 . 協同で使用される意味のあるツールの役割

多くのツールがあるが , ここでは ,

**概念マッピング ( concept mapping )** ; Mind tools の一つ ( Jonassen & Marra, 1994 )  
に焦点を当てる .

長所 : 人が知識を組織化する方法をモデル化できる .

シンプル ( ノード , リンク , リンクのラベル )

言葉とビジュアルを統合

認知と感情のプロセス統合

自己評価とセルフリフレクションを刺激し , 心的イメージをサポートする

( Stoyanov & Kommers, 1999 )

### 2 . 協同による相互作用のモード

Hedlund and Nonaka(1994)

知識が存在する 3 つのフォーム

- 1 . 個人の心的概念と precepts ( 指針 )
- 2 . 活動の中における知識
- 3 . アーティファクトにおいて具体化された知識

・人の分散された認知は , 外化された知識 ( アーティファクト ) の共有と交換を基礎にしている .

“ 活動における知識の共有 ”

“ 外化された知識の共有 ” , “ 知識に逆らう活動の共有 ”

“ 学習プロセスの共有 ”

以下では ,

グループの相互作用の異なる条件における協同の仲介ツールとしての概念マッピングの学習効果を調べる .

### 実験による妥当性の確認

以下を明らかにする .

- ・コンピュータで支援された協同の問題解決環境における概念マッピングの教育効果
- ・どのようにこの効果がグループの相互作用のモードに関連しているか ?

### 協同のシナリオ

#### 1 . 分散 (distributed interaction)

・グループのメンバーは自発的に作業をし , 彼らの知識やヴィジョンを具体化した概念マップ ( 他のメンバーに渡される ) を作成 .

- ・全てのグループのメンバーが問題に対する共通のビジョンに到達するまで繰り返す。
- ・知識獲得，創造，内在化のプロセスは個別に行われる。

## 2．適度な共有(Moderated interaction)

- ・相互作用のプロセスはグループの仲裁者（グループのメンバー 1 人が担う）によって促進される。
- ・仲裁者は共通のグループビジョンが達せられるまで個別に生成されたマップを変更する。
- ・個人の認知構造の表現は，直接アクセス可能ではないが，グループの仲裁者とのやり取りによって可能。

## 3．共有(Shared interaction)

- ・グループのメンバーは，協同して同時に問題を解く。
- ・活動を通して知識を共有する（in action）。
- ・生徒の協同による活動は，共有された認知への個人からの入力となる。

**仮説：**学習の効果はマッピングで仲介された相互作用グループのモードに有意に依存する。

### 被験者

大学生 24 人（6 グループ）。

4 つの問題解決条件（マッピング（3 条件），統制）

- ・分散されたマッピングモード：2 グループ
  - ・適度なマッピングモード：1 グループ
  - ・共有されたマッピングモード：2 グループ
  - ・統制条件（マッピングモードなし）：1 グループ
- （統制グループは協同においてブレインストーミングを用いるように教示された）

### 手続き

- ・チェスのマルチメディア（ハイパーメディア）製品をデザインし開発する。
- ・概念マッピングにはインスピレーションを使用する。

### 実験手続き

#### 1．プレテスト

- ・紙と鉛筆で，タスクに対する知識や，ビジョン，そして理解についての概念マップを作る。

#### 2．協同実験セッション

- ・グループ分けされ，グループ活動をどのように進めるのかが書かれた教示用紙を渡された。

**協同セッションの課題：**課題で与えられた話題に対する，前知識と個人的なビジョンを元にした概念的構造について，共通したグループビジョン（マッピング群ではマップ形式で表現，統制群ではアウトライン形式で表現）に到達すること。

### 3 . ポストテスト

- ・ プリテストと同様のタスクが , 実験セッションの 1 週間後に行われた .

#### 実験デザイン

- ・ 実験デザイン

Figure 1 のベン図

$S_1 \sim S_N$  : 各生徒

- ・ 独立変数

協同のための仲介ツール : 概念マッピング vs. 伝統的なマッピングなし

相互作用のモード : 分散 , 適度な共有 , 共有

以下の 3 つの領域において , 協同問題解決の学習効果を検証する

#### 1 . 各生徒のレベルにおける学習効果

以下の点に関してポストテストの概念マッピングでできたものを数値的に得点化した .

##### 流暢性 ( Fluency ) ( Fig. 2 ) :

- ・ 問題の個人の個々の理解を意味する概念の総数 .
- ・ 個人のポストテストの概念マップにおけるノードの総数 .
- ・ 概念の流暢さは , 協同セッションの後の学生の理解の豊かさや幅広さを示す .

##### 柔軟性 ( Flexibility ) ( Fig. 3 ) :

- ・ 中心概念から異なるレベルへの分布を示す .
- ・ 概念レベル

中心概念へ直接リンクした概念 : レベル 1

一つの仲介ノードを通して中心概念と関係 : レベル 2

...

中心ノードとより近い概念は問題の定義や理解においてより重要性が大きくなる .

##### 豊かさ ( Enrichment ) :

- ・ 個人間のポストテストとプレテストにおけるノードの総数の差

$$\text{Enrichment} = N_{\text{nodes posttest}(S_n)} - N_{\text{nodes pretest}(S_n)}$$

##### 知識獲得 ( Knowledge acquisition ) ( Fig. 4 ) :

- ・ 獲得された新しい概念の数
- ・ プレテストでは見られなかったポストテストにおける概念の数  
協同によって学ばれる概念

##### 保持 ( Retention ) ( Fig. 5 ) :

- ・ プレテストからポストテストへ転移した概念の数
- ・ 安定した個人の知識

協同のプロセスにおける個人の知的な自主性を示す

### 個人の創造性 ( Individual creativity )( Fig. 6 ):

- ・協同の後に個人的に生成された新しい概念やアイデア

### 再構成 ( Reconfiguration ):

- ・概念構造における変化 .
- ・レベル間の概念の変動 , ノードの (再) グループングや (再) クラスタリングによるマップの空間的な構成の作り直し .

## 2 . グループにおける学習の効果

以下の点に関してグループの概念マップにおける数値的にスコア化 .

### 流暢性 ( Fig. 7 ):

- ・グループの問題解決における概念の総数 .

### 柔軟性 :

- ・中心概念との関連において異なる概念レベルへの概念の分布 ( 広がり具合 ) .

### 保持 ( Fig. 8 ):

- ・ポストテストに転移されないグループマップ中の概念の数 .

### グループの創造性 ( Fig. 9 ):

- ・協同セッションにおいて生成された新しい概念やアイデア .
- ・プレテストで見られなかった概念の数 .

## 3 . 個々の生徒とグループの成果との間の相互作用としての学習効果

以下の点に関して個人とグループのインプットとアウトプットの両方で数値的にスコア化 .

### 個人からグループへの転移 :

- ・グループにおける個人からの入力 .  
すくなくともグループメンバーのプレテストの一つから持ち込まれたグループの解法 .

### グループから個人への転移 :

- ・共有されたグループの認知から , 個人の認知への転移 .  
個人の学習のアウトプットとして示される . 少なくとも一人のグループメンバーのポストテストにおいて見られるグループの解法における概念の数 .

## 結果と分析

### 共有認知における仲介ツールとしての概念マッピング

1 つ目のリサーチクエスチョン : 協同問題解決環境における概念マッピングの学習の有効性は何か .

## 個人の学習効果

### 流暢性と柔軟性 (Fig. 12)

マッピンググループとコントロールグループ (ブレインストーミングを使用) 間で比較.

概念マッピングは個人の学習効果の要因としての概念の流暢性に強く影響を与えた

- ・ポストテストでの概念の総数がコントロールに比べてより多い. レベル 1, 2, 4 で有意差
- ・マッピンググループの学生は, レベル 1, 2 の概念がほとんどで, 3, 4, 5 は比較的少ない.
- ・コントロールグループの学生は, 全レベルで同程度のばらつき (問題の複雑さを捉えるのが難しい).

### 豊かさ

マッピンググループ > コントロールグループ (有意傾向)

- ・豊かさは認知構造における 2 つの対照的な  
新しい概念の獲得 (知識獲得)  
概念の減少や排除 (保持)  
によって生じる.

### 知識獲得

マッピンググループ > コントロールグループ (有意)

### 保持

有意差なし.

マッピングの利用はいくつかのメモリー空間を開放し, 新しい概念を受け入れるために概念の数を減らす必要がない.

### 創造性, 再構成

有意差なし.

概念マップの使用は個人のパターンを壊す機会を与えるという仮定は確認されなかった.

創造性に対して大いに役立つと認められているブレインストーミングを用いたコントロールグループと比較しているため差が出なかったのかも知れない.

### 個々の生徒とグループ間の相互作用としての学習効果

個人からグループへの転移: マッピンググループ > コントロールグループ (ほぼ有意)

グループから個人への転移: マッピンググループ > コントロールグループ (有意)

### 協同学習の主な興味

共同グループにおける個人の知識を引き出すための有効な方法を見つけること

- ・概念マッピングは共同における知識の顕在化, 表現, そしてコミュニケーションの効果的なツールである.

- ・仲介ツールとしての概念マッピングは、グループレベルおよび個人レベルの両方におけるグループ共同学習に対して利益をもたらす。
- ・共通の参照構造を構築することが促進された。

### 学習効果の予測としてのグループの相互作用のモード

2つ目のリサーチクエスチョン：どのようにしてグループの相互作用のモードが協同問題解決の学習効果に影響を与えるか？

#### 個人の学習効果

##### 流暢性と柔軟性 (Fig. 13)

相互作用のモードは、概念の流暢性とリンクの流暢性に影響を与えた。

- ・共有と分散の間に有意差。
- ・概念レベルにおけるノードの差：Level 2 で有意傾向  
理解の広さは、課題を越えた問題の表現の拡張や詳細を付け加えることによってなされるだけではない。

#### 豊かさ、知識獲得

共有 > 分散 (有意)

新しい知識を取り入れることに対して、グループの相互作用のモードは強く役立つ。

- ・共有モードは知識の深い理解を支援する  
共有された協同は、全てのグループのメンバーの表現への直接的なアクセスを提供しているというよりも、むしろ、活動における (in action) 知識を得る。  
共有された協同は、現在の認知構造における新しい概念の取り込みに対して必要条件である。

#### 保持、再構成

有意差なし。

マップの分析から。

- 共有と適度な共有：再構成がなされる。
- 分散モード：マップの空間的構成が変化しなかった。

#### 創造性

有意差なし。

- ・個人の創造性は、グループの相互作用のモードによって影響されない。  
主に協同はグループの相互作用の間に創造プロセスを引き起こすだろう。

#### グループの効果

グループの学習効果の分析、グループの創造性だけでなくグループの概念の流暢性とリンクの流暢性において、共有モードの優位性が確認された。

##### 流暢性と柔軟性

共有モード > 適度な共有, 分散 (有意差)

## 創造性

共有モード > 適度な共有, 分散 (有意差)

流暢性と創造性における結果を比較

グループのメンバーの元々持っている知識の取り込みというよりはむしろ, グループセッションにおいてアイデアが生成された.

### 個々の生徒とグループとの間の相互作用としての学習効果

モードは, グループの協同における個人の知識を顕在化するプロセスや, グループの最終的なアウトプットでの統合に影響を与えない.

**個人からグループへの転移:** 有意差なし

3つのモードは学生がグループプロセスにおいて知識を表現し取り入れるのに有効であった.

**グループから個人への転移:** 有意差大

共有モード > 適度な共有モード, 分散モード (有意)

共有セッションにおいて詳しく述べられた知識のかなりの数が, 学生の認知構造の重要な部分として取り入れられ, 個人の知識に転移された.

再定義された分散された認知

・分散された認知

外界 (アーティファクトと他人の両方) における個人の初期の認知の拡張であった

・共有された認知

共有条件はより強い協同を誘発し, 問題空間のより密度の高い概念表現を示した.

しかし, 新しい概念の取り込みに対して, 共有された認知は必要条件であるが, 最適な必要条件ではない. 解決策に到達するために互いの必要性を感じるものが決定的な要因である (これは共有のプロセスを通して獲得することが出来る).

まとめ

・学習効果はグループの相互作用のモードによって有意に影響を受けるとことが示された.

・共有された相互作用のシナリオが協同における学習と問題解決においてもっとも効果的であった.

・コンピュータ支援の協同学習の観点から, 共有モードは同時に使われる必要があるという制限を持つ.

仲介された協同の概念マッピングのモードの特徴が何なのか?

どのようにして学生が, 非同時の協同において取り入れるもしくは補うのか?