

知識共有システム COLM における知識市場メカニズムについて

A Knowledge Market Mechanism for Knowledge Sharing System COLM

永田雄大 伊藤孝行 新谷虎松
Yuta NAGATA Takayuki ITO Toramatsu SHINTANI

名古屋工業大学大学院 工学研究科 情報工学専攻

Dept. of Computer Science and Engineering, Graduate School of Engineering, Nagoya Institute of Technology

In this paper, we propose a knowledge market for knowledge sharing system COLM. We assume that with lapse of time it decreases a value of the information good as the knowledge. We introduce the value function which is based on this hypothesis. With the knowledge sharing system, exclusion would create incentives for the creation of intellectual property. Using of the value function, it becomes possible to recognize exclusion of information goods on COLM. Furthermore, price differentiation based on the value function is possible to price a knowledge on COLM.

1. はじめに

インターネットの普及により、従来の流通の枠組みとは異なる情報流通が可能となった。ソフトウェア、株価情報、ニュース、音楽といった情報財を扱う市場が注目を集め、知識を扱う市場が新しく出現し始めている [1]。コミュニティにおいて暗黙的に共有される情報を顕在化することで、構造化されていない情報の価値を高めることができる。

一般に情報共有において、情報を提供する側のコストは、情報を閲覧する側のコストと比較してきわめて大きい。情報を提供するユーザにとって何らかのインセンティブが必要となる。情報提供に対するインセンティブのためには、ユーザの情報提供の見返りとして、ユーザの利得が高まる仕組みがあればよい。個々のユーザが自己の利益のために行動することから、この仕組みづくりは、市場メカニズムにおける資源配分として考えることができる。情報共有システムに市場メカニズムを導入することで、質の良い情報を提供するインセンティブが働き、情報共有の促進が期待できる。

市場において、サービスや商品につけられる価格は、資源配分メカニズムとして機能する。効率的な資源配分が達成できるかどうかは、適切な価格が設定できるかどうか依存する。本稿では、情報財の中でも知識を扱う市場における財の性質について議論し、情報財の価格設定法を提案する。知識共有システムにおいて、生産者の知識提供に対するインセンティブを与えるためには、財の排除性を社会制度によって認めること、排除性は適切な期間を設定することが重要となる。本稿では、情報財の特徴として、価値が減少することについて議論し、その特徴に基づく市場メカニズムを提案する。

本稿の構成は、第 2 章で関連研究について述べ、本研究における問題とアプローチを明らかにする。第 3 章では、知識共有システムにおけるコンテンツを財として考えたときの特徴を考察し、価格設定に必要な価値関数を提案する。第 4 章では、提案した価値関数をもとに、知識市場における価格差別化に基づく価格設定の例を示す。最後に第 5 章で、本研究をまとめる。

2. 関連研究

組織やコミュニティに内在する知識や情報を再利用・活用することにより、組織の知的生産性を高める組織作りとしてナレッジマネジメントがある [2]。ナレッジマネジメントの支援システムとして知識共有システムがあり、如何にして個人の持つ知識（暗黙知）をコミュニティのメンバーが可読な知識（形式知）へと変換し、コミュニティ内で共有するかについて様々な研究がなされている。ナレッジマネジメントのアプローチとしてコード化戦略と個人化戦略がある [3]。前者は、さまざまな知識が慎重にコード化され、コミュニティメンバーが容易にアクセスできるようにするための支援である。後者は、知識は直接人から人へと受け継がれていくという考えから、知識を交換し合う場を作り出す支援である。本研究では「コード化戦略」に着目し、コミュニティメンバーが良質な知識を喜んでコミュニティに提供していくシステムを目指す。そのためには、限りある時間を知識提供に割り当てようと思わせるインセンティブを与える必要がある。文献 [5] では、公共財の特徴を持つ情報財は非排除性を持つことより、知的財産を生産するインセンティブを弱くすると述べている。さらに、永久に続く知的所有権を認めてしまうと独占による望ましくない状態が生じ、適切な期間を設定することが必要であることを言及している。

電子的なネットワークコミュニティにおける評価システムとして地域通貨が注目されている。地域通貨を用いることで、家事、育児、福祉、救援などのサービスに、円などの実世界で流通する通貨における取引（収益性）とは異なる評価を行い、その取引を促進させることができる。本稿における知識共有システムでは、知識を要求するユーザを買い手、知識提供者を売り手、及びプログラミングノウハウを財とした、仮想的な知識市場を実装する。知識市場に地域通貨制度を導入し知識に対する評価を試みる。市場において、サービスや商品につけられる価格は、資源配分メカニズムとして機能する。効率的な資源配分が達成できるかどうかは、適切な価格が設定できるか重要である。

情報財やサービスの価格設定の問題は、以前より存在する。携帯電話上での情報提供サービスなど、情報の送り手と受け手の間に計算機が介入する環境では、より動的に価格を設定することで、効率的な資源配分を行える可能性がある [6]。ネットワーク経済においては、情報のバージョン化（差別化）の重要性が指摘されている [8]。価格差別化とは、ある商品やサービスについて、品質の異なるものを複数用意し、それらを異なる

連絡先: 466-8555 名古屋市昭和区御器所町 名古屋工業大学
大学院 工学研究科 情報工学専攻 新谷研究室
TEL (052)744-3153 FAX(052)735-5477
E-mail:yuta@ics.nitech.ac.jp

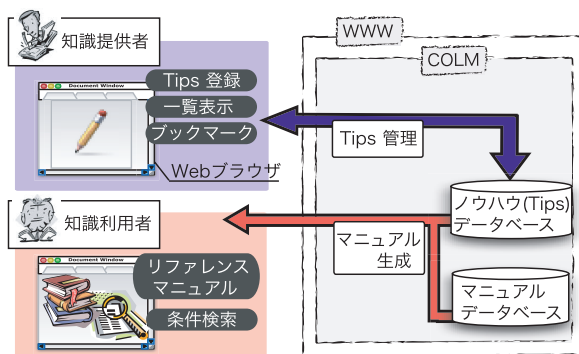


図 1: 知識共有システム COLM 概要

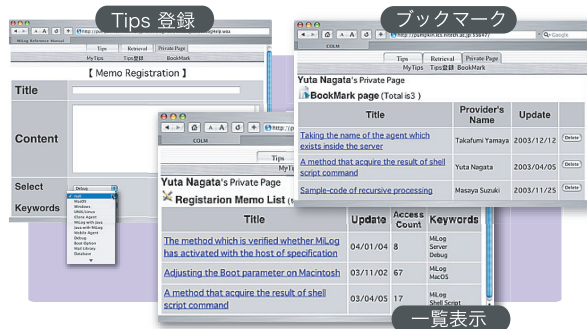


図 2: ノウハウ登録と閲覧

価格で販売する方法である。本稿では、価格差別化に基づく価格設定法に着目する。

本稿において、情報は時間の経過とともに価値が減少すると仮定する。例えば、株価に関する情報は新規性が重要であり、時間とともに情報の価値とユーザの関心は減少すると考えられる。また、ある情報について既知のユーザが増加することは、市場における生産量が増えることを意味し、需要曲線に伴い情報の価値が下がると考えられる。情報財は時間とともに価値が減少すると仮定し、価格差別化による価格設定法を提案する。本研究では、提案する価格設定法に基づく市場の振る舞いについて考察し、知識共有システムへの応用を検討する。

3. 知識共有システム COLM における情報財

3.1 COLM の概要

我々は、コミュニティにおけるプログラミング支援を目的とした知識共有システム COLM の試作及び実践を行っている [9]。COLM は Web アプリケーションとして作成され、Web ブラウザを用いることで利用することができる。図 1 を用いて COLM の機能を説明する。知識提供者は、COLM 上の Web ページで自身の技術メモであるプログラミングのノウハウ (Tips) を管理できる (Tips 管理機能)。使用頻度の高い Tips をブックマークしたり、登録された Tips は用途に合わせて一覧表示させることが可能である。図 2 は、実際のインタフェースである。登録の際にはテンプレートが用意されているので、ユーザはデザインやマニュアルの構造を気にすることなく登録できる。登録された知識にはメタ情報が付加され、ノウハウデータベースに格納される。COLM は蓄積されたノウハウを、メタ情報をもとに既存のマニュアルの文書と組み合わせる新たなマニュアルを生成する (マニュアル生成機能)。動的に増えるノウハウと静的な文書を 1 つにまとめたマニュアルは、ユーザにとって有益なものとなる。

COLM では、自身のプログラミングノウハウを Web ブラウザを用いて、Web 上へ簡易に残すことができる。しかし、一般的に質の良い文書を書き残すコスト、知識を形式化するまでに要する知識習得のコストは大きい。多大な時間と労力の成果である知識を、理由もなく公開することはユーザにとって抵抗がある。知識を提供する側のコストは、情報を閲覧する側のコストと比較してきわめて大きく、情報を提供するユーザにとって何らかのインセンティブが必要となる。自分の限られた時間をどう使うかの選択は、そのとき感じる自己の利益に基づいてなされる。知識市場において、個々のユーザが知識提供により

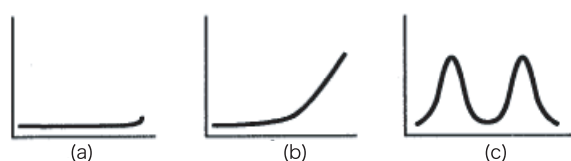


図 3: 抽出された再利用傾向の特徴

利得を高める仕組みが必要である。

知識共有システムにおいて、ユーザに対する知識提供のインセンティブを与えるには、以下の 2 点が必要である。

- 適切な期間において財の排除性を社会制度によって認める
- 通貨制度と適切な価格設定を行う

3.2 知識の財としての特徴

知識共有システムにおいて、知識がどのように再利用されたかを分析することにより、価値を測ることができる。門脇ら [7] は、情報共有システムにおけるコンテンツ利用推移を測ることで、コンテンツの再利用傾向の特徴を求めた。コンテンツの再利用回数を X 軸に、再利用間隔を Y 軸とした場合、図 3 のようなグラフが得られる。

門脇らは、図 3(a) を一字型、図 3(b) を逆 L 字型、図 3(c) を波形、そしていずれにも当てはまらない場合をランダム型として分類している。一字型傾向と逆 L 字型傾向には、プログラミングなどの知識として覚える情報や、計算機環境に関する情報が多く認められることが考察として得られている。COLM に登録されている知識の多くは、プログラミングに関する知識であるので、コンテンツ利用推移は、一字型傾向もしくは逆 L 字型傾向と同様な傾向にあると推測される。また、あるコンテンツが業務遂行にあたって、必要な情報としてどれだけ取得を急がれているかという概念として、“急迫度”を用いている。一字型傾向、逆 L 字型傾向ともに、急迫度が高いコンテンツである。このようなコンテンツは、利用後において時間とともに再利用価値が下がるものと考えられる。以上の考察から、再利用の推移を考えると、時間とともに利用頻度が下がり、コンテンツとしての価値が下がって行くと考えられる。よって、X 軸に時間、Y 軸に情報の価値とした場合、右下がりのグラフを描くこととなる。

ここで、知識を情報財として考える。ある情報が生産され、この情報によって期待される一人当たりの利得を E とする。情

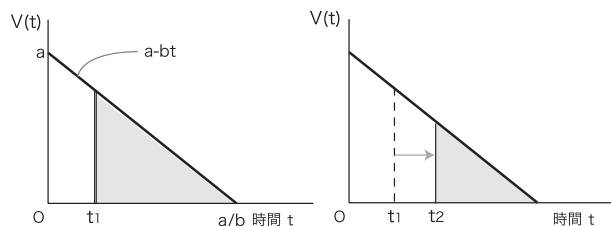


図 4: 財の価値関数

報の負の外部性のため、 E の値は、情報を使用する人数 m の増加とともに減少する関数 $E(m)$ となる。微分係数は $E'(m) \leq 0$ であり、減少関数となる。上記のように、知識を情報財として考えた場合、負の外部性が働き、使用者の増加とともに利得が下がる。時間の経過とともに使用者が増えると仮定するならば、 X 軸に時間、 Y 軸に情報の価値とした場合、右下がりのグラフを描くこととなる。

3.3 価値関数の導入

3.2 節において、COLM における情報財は、時間とともに価値が減少することを述べた。本仮説の考えは、情報は新規性が高い場合や独占状態の場合に価値が高いことを意味している。従って、 X 軸に時間、 Y 軸に情報の価値とした場合、財の価値を表現する価値関数 $V(t)$ は、やはり右下がりのグラフを描くこととなる (図 4)。

本稿では、モデルをより単純化する。もし、情報が生産された時の価値が a であり、価値が係数 b で線形に減少すると仮定するならば、価値関数 $V(t)$ は、式 (1) で得られる。

$$V(t) = a - bt \quad (1)$$

ここで、 a, b は定数であり、情報の質や個人の価値観によって異なるものとなる。 a, b が、市場においてどのような振る舞いを引き起こすのかは、今後の課題とする。本稿では、価値関数 $V(t)$ を用いた場合の市場についてのみ議論する。

ある時刻 t において、買い手が価値関数 $V(t)$ を持つ財を購入した場合、買い手の利得 $E(t)$ は以下の式で得られる。また、買い手は利得に見合う対価を売り手に対して支払うべきであるので、価格 $P(t)$ は利得 $E(t)$ に等しい。

$$\begin{aligned} P(t) = E(t) &= \int_t^{a/b} V(t) dt \\ &= \frac{a^2}{2b} - at + \frac{bt^2}{2} \end{aligned} \quad (2)$$

時間 t 、時間 $t+1$ 、時間 $t+2$ を考える。それぞれの価格を差分をとると $P(t) + P(t+1) > P(t+1) + P(t+2)$ となる。同一の財において、時間が進むにつれ価格が一定額で減らないことを意味する。情報が新しい時は価格の減少が激しく、後になればなるほどゆっくりと減少する特徴を持つ。

4. 知識市場メカニズム

4.1 財の排除性の導入

本稿における知識市場メカニズムの目的は、財の排除性を認める適切な期間を設定することにより、生産者の知的財産を生産するインセンティブを与えることである。これは、知識提供者にある程度の独占権を与えることである。我々の知識市場

メカニズムのアイデアは、財の価値が時間とともに減少すると仮定し、市場において価値のある期間を設定することである。市場において価値のない財は、自由財として扱われ、全てのユーザにとって無償で提供される。

価値関数 $V(t)$ を導入することにより、財の排除性を認める適切な期間を求めることができる。価値関数 $V(t)$ を持つ財が市場において価値を持つ期間は、価値関数 $V(t) \leq 0$ の条件を満たす必要がある。よって、価値関数 $V(t)$ の排除性を認める期間は以下の式で求められる。

$$\begin{aligned} V(t) = a - bt &\leq 0 \\ t &\geq \frac{a}{b} \end{aligned} \quad (3)$$

財として初期の価値 (定数 a) が高ければ高いほど、排除性を認める期間は長くなる。また、財の価値が減少する傾斜 (定数 b) が大きければ大きいほど、排除性を認める期間は短くなる。定数 a 、および b をどのように設定すればよいのかは、今後の課題とする。それぞれの定数が市場においてどのような振る舞いを起こすのかをシミュレートし、考察を得ることが今後の重要な課題である。

4.2 COLM における知識市場メカニズム

前章までに述べた価値関数を用いた価格設定を、COLM における知識市場メカニズムとして適用する。以下に、COLM における取引の流れを説明する。

1. 売り手 (知識提供者) は、自身の持つ知識 (Tips) を COLM に登録する。登録の際には、買い手がつくようにタイトル、概要、およびメタ情報を Tips に加えて登録する。排除性が認めれている期間において、他ユーザは登録された Tips の内容を閲覧することはできない (図 5 左)。
2. 買い手 (知識利用者) は、売り手が記述したタイトルと概要、メタ情報をもとに自身の購入条件にあう Tips を購入する。
3. 買い手が式 (2) に基づく価格を売り手に支払うことで、Tips の内容を閲覧することが可能となる (図 5 右)。

COLM における知識提供、および研究室における掃除等の労働力は、研究室メンバーへの貢献度として考えると、どちらも同様な価値があるものとして定義することができる。つまり、COLM で用いられる通貨は、研究室における労働力と交換して取得することができる。ここで、研究室における時間単位のサービス提供が、システムで用いられる通貨と対価であることから、COLM の知識市場で用いられる通貨をタイムダラーと呼ぶことにする。本稿では、便宜上、1 タイムダラーを 1\$ として記述する。例えば、研究室内の掃除 (約 30 分) をした場合、\$30 を獲得することができる。システム上の通貨を実世界の労働力として定義することにより、価格のインフレーションの防止、および共通の通貨価値をユーザ間で共有することができる。

4.3 知識市場の取引の例

図 6 を用いて、知識市場の取引の流れを説明する。図 6 では、ユーザ A、およびユーザ B が登場するが、他のユーザも多く存在する。ここで、 $a=10, b=0.5$ を用いる。価値関数 $V(t)$ は $10 - 0.5t$ となる。このとき、価値関数の単位を便宜上 \$ とする。

まず、知識提供者がシステムにプログラミングノウハウを登録する。仮にプログラミングノウハウを G とし、 G を登

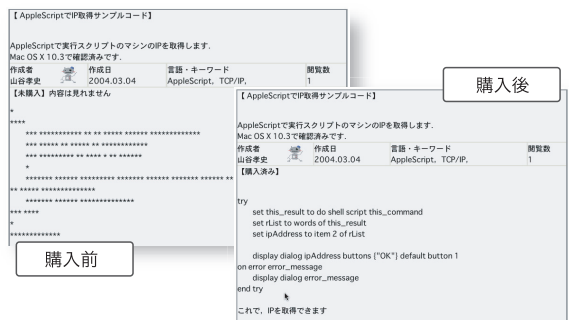


図 5: Tips のアクセス権

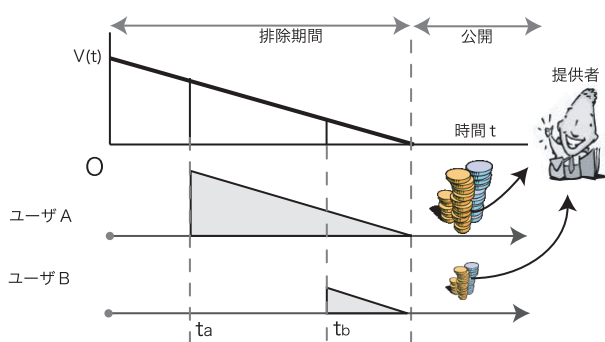


図 6: 取引の流れ

録した時間を $t = 0$ とする．ユーザ A，およびユーザ B が G を購入した時間をそれぞれ， $t_a = 5$ ，および $t_b = 15$ とする． G は $V(t) \geq 0$ となる $20(= a/b)$ 時間まで独占である． $20(= a/b)$ 時間後は，全てのユーザが無償で閲覧することができる．ユーザ A，およびユーザ B の支払う価格はそれぞれ， $P(t_a) = 10^2/2 * 0.5 - 10 * 5 + 0.5 * 5^2/2 = \56.25 ， $P(t_b) = 10^2/2 * 0.5 - 10 * 15 + 0.5 * 15^2/2 = \18.75 となる．知識提供者は， $\$75$ 得ることになる．

4.4 考察

本稿で提案した価値関数について考察する．価値関数を用いた価格設定により，情報の新規性に合わせた価格差別化を行うことができた．情報財の消費者にとって，場所や時間にとらわれない普遍的な情報が役立つこともあるが，時間と結びついた情報が参考になる場合が多い．例えば，ニュースや株式情報等は一般的に新規性がある場合に価値が高い．本稿で提案した価値関数は，この特徴を表現している．また，新規性に合わせた消費者の情報の必要度により，価格差別化を行うことができるので，効率的な資源配分が可能であると考えられる．

知識共有システムでは，知識を形式化するにあたり，ユーザは時間を資源として知識を生産している．COLM における知識の価格は，資源である時間に基づいた価格設定と言える．以上より，実世界で流通する金銭とは異なる評価を知識に与えることができる．従って，ナレッジマネジメントにおける評価制度やインターネットコミュニティにおける貢献度といった金銭と直接結びつかない評価制度として応用が期待できる．本提案の新規性は，知識の価値付けを行う指標として時間を用いたこ

とである．

5. おわりに

本稿では，知識共有システムにおける知識交換を財の市場と見て，知識市場における価格設定法と取引メカニズムを提案した．知識としての情報財は，時間とともに価値が減少すると仮定し，価値関数を導入した．価値関数を用いることにより，市場における新しい知識と古い知識の価格差別化を基にした価格設定を行っている．価値関数を用いた価格設定により，財の排除性を制度的に認めること，通貨制度をシステムに導入することができた．

本稿のような知識市場は，一般的な市場としてのモデルではなく，ナレッジマネジメントにおける知識や人の評価制度として用いることが期待できる．知識や人を正規化された金銭的な対価として評価することは難しい．システム内で用いられる通貨によって相対的に評価すべきである．本稿における知識市場，および価格設定は，インターネットを介したサービスや情報財の価格設定として適用できるか検討が必要である．今後，本手法の有効性を示すためにエージェントシミュレーションによる仮想市場を作成し，どのような振る舞いを起こすのかを考察する．

参考文献

- [1] OK Web, <http://okweb.jp/>.
- [2] Davenport, T.H., Prusak, L. 著，梅本勝博訳：『ワーキング・ナレッジ：「知」を活かす経営』，生産性出版，2000.
- [3] M. T. Hansen, N. Nohria, and T. Tierney.: *What 's your strategy for managing knowledge?*, Harvard Business Review, Vol.77, No.2, pp.106-116, March-April, 1999.
- [4] Suzuki, K.: *How Does Propagational Investment Currency SYstem Change the World ?* , SAINT 2004 Workshops, p.9 2004.
- [5] Varian, Hal R.: *Markets for Information Goods*, Draft, 1998.
- [6] Kephart, J. O., Hanson, J. E., and Greenwald, A. R.: *Dynamic Pricing by Software Agents*, Computer Networks, Vol. 32, No. 6, pp. 731 - 752 ,2000.
- [7] 門脇千恵， 爰川知宏， 杉田恵三， 国藤 進：情報共有促進支援に向けた情報利用推移モデルの一提案，情報処理学会論文誌，Vol.40, No.11, pp.3856-3867,1999.
- [8] Shapiro, C. and Varian, H. R.: *Information Rules: A Strategic Guide to the Network Economy*, Harvard Business School Press,1998.
- [9] 永田雄大，伊藤孝行，新谷虎松：プログラミング支援のための覚え書きに基づく協調型オンラインマニュアルについて，第 66 回情報処理学会全国大会論文集，情報処理学会，2004 .