

## 4.3. Union Stock Model – Draft 0.2.1 (USM 0.2.1)

### light システムの Union Stock Model におけるロバスト性検証

Tea partners, Co., Ltd.  
CEO Toru Nomakuchi

2013/05/12

## 1 背景

知的財産権を評価する際に、現行の知的生産の評価と、過去に蓄積された知的生産の評価のバランスをどのようにとるかという問題がある。例えば、単純に量的な価値基準に基づき評価をおこなった場合、過去の知的生産物やその評価量が膨大に蓄積されるに従い、過去の知的生産に対する評価が高くなり、現在進行中の知的生産に対する評価は相対的に減少する。

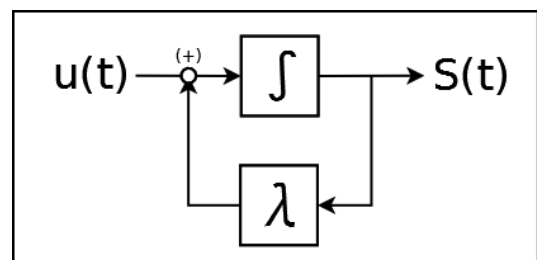
「4.1. Light Value Model」にて示された「知的財産権に対する知的貢献に関する評価手法」では、知的貢献を Light という尺度で表し、その尺度に時間減価の仕組みを入れることにより、過去の知的貢献と新しい知的貢献のバランスをとる方法が示された。また、「4.2. Scale Free Model」にて示された「口コミ伝播モデルによるユーザ数、データ量の時間変化量の考察」では、SNS のような口コミ伝播モデルによるユーザ数、データ量の時間変化量を予測する方法が示された。

本稿では、口コミ伝播により拡大する SNS のようなシステムにおいて”Light”という尺度によって知的貢献を評価するための理論を示すことを目的とする。なお、想定するのは、ユーザ増減のある閉じた系において発生した知的生産物の評価システムであり、各ユーザがフラットに知を共有することを目的とする形態である。以下、この形態のシステムを「Union Stock Model」と呼ぶ。

## 2 Union Stock Model

### 2.1 標準的な Union Stock Model

Union Stock Model は、右図のブロック線図にて表すことができる。 $u(t)$  は時点  $t$  における light 生成量、 $S(t)$  は light ストック量、 $\lambda$  は light の減衰率である。 $u(t)$  のように light 生成量を関数で表した場合、厳密にはデルタ関数の重ね合わせで表されるが、本稿の主旨はリアルタイム応答性の分析ではなく、システム全体のロバスト性検証であるため、日ごとの集計をベジエ補完するような連続関数を仮定する。



以下、ブロック線図を元に、知的貢献の指標である”light”のストック量の定式化を行う。ブロック線図同様に、ある時点  $t$  に生成される light を  $u(t)$  とした時、 $\Delta T$  後の light の Stock の変化量  $\Delta S$  は式 (1) で表される。

$$\Delta S = u(t) \cdot \exp(-\lambda \Delta T) \quad (1)$$

ここで  $\lambda$  は減価率で、半減期  $T_h$  を用いて式 (2) で表される。

$$\lambda = \ln(2)/T_h \quad (2)$$

Stock の総量は  $\Delta S$  の時間積分で表されるため、時間  $T$  経過後の Stock の総量は式 (3) で表される。

$$S(T) = \int_0^T \Delta S dt \quad (3)$$

式 (3) に式 (1) を代入すると、式 (4) となる。これが、ブロック線図にて表された一般的なストック量  $S(t)$  の式である。

$$S(T) = \int_0^T u(t) \cdot \exp(-\lambda(T-t)) dt = \exp(-\lambda T) \cdot \int_0^T u(t) \cdot \exp(\lambda t) dt \quad (4)$$

ここで、入力部である  $u(t)$  について詳しく分析する。ユーザー人あたりの平均生産量  $u_h$  という指標を導入すると、 $u(t)$  は、ユーザー数  $U(t)$  とユーザー人あたりの平均生産量  $u_h$  の積で表されるため、式 (5) が成立する。ここで、 $u_h$  はシステム内の”light”を発行するルールを変えない限り、時間変動はあまり無いと予想されるため、ここでは簡単のため定数として扱う。

$$u(t) = U(t) \cdot u_h \quad (5)$$

ロコミ伝播モデルにおいて、潜在的なユーザー数  $A$ 、伝播速度に比例する定数  $b$ 、定数  $c$  を用いて、ユーザー数  $U(t)$  は式 (6) で表される。

$$U(t) = \frac{A}{1 + \exp(-(bt + c))} \quad (6)$$

ここで、ロコミ伝播モデルにおけるユーザー数変動  $U(t)$  を加味して式 (5) を変形すると、式 (7) が得られる。

$$u(t) = \frac{A \cdot u_h}{1 + \exp(-(bt + c))} \quad (7)$$

したがって、式 (4) に式 (7) を代入することで、 $S(T)$  は式 (8) で表すことができる。

$$S(T) = \int_0^T \frac{A \cdot u_h \cdot \exp(-\lambda(T-t))}{1 + \exp(-(bt + c))} dt \quad (8)$$

ここで、 $u(t)$  は単調増加の関数であり、式 (9) が成立する。

$$\lim_{t \rightarrow \infty} u(t) = A \cdot u_h \quad (9)$$

そのため、式 (10) で示される関係式が成立する。

$$S(T) = \int_0^T \frac{A \cdot u_h \cdot \exp(-\lambda(T-t))}{1 + \exp(-(bt+c))} dt < \int_0^T A \cdot u_h \cdot \exp(-\lambda(T-t)) dt \quad (10)$$

式 (10) の関係式を変形すると、式 (11) が得られる。

$$S(T) < \exp(-\lambda T) \cdot \left[ \frac{A \cdot u_h}{\lambda} \cdot \exp(\lambda t) \right]_0^T = \frac{A \cdot u_h \cdot (1 - \exp(-\lambda T))}{\lambda} \quad (11)$$

式 (11) において、十分な経過後には、 $(1 + \exp(-(bt+c)))$  が 1 に近づき、また、初期の時刻における  $\exp(-\lambda(T-t))$  項の影響がなくなるため、式 (12) が成立する。

$$\lim_{T \rightarrow \infty} S(T) = \frac{A \cdot u_h}{\lambda} \quad (12)$$

式 (12) において、総 Stock 量が  $A \cdot u_h / \lambda$  を超えることがないため、適切な  $\lambda$  を指定することにより、ロバスト性を確保することが可能であるといえる。

ストック量に対する生成される light 量の比率  $h(t)$  は、式 (13) にて表される。指標  $h(t)$  は、現在の生産者に対する評価の比重ともいえるメトリクスである。

$$h(T) = \frac{u(T)}{S(T)} = 1 / \left( (1 + \exp(-(bT+c))) \cdot \int_0^T \frac{\exp(-\lambda(T-t))}{1 + \exp(-(bt+c))} dt \right) \quad (13)$$

この極限值は、式 (8) と式 (13) を用いて式 (14) にて表されるが、このことより、ストック量に比して生産される light 量の比率  $h(t)$  は、減衰率  $\lambda$  に収束することがわかる。

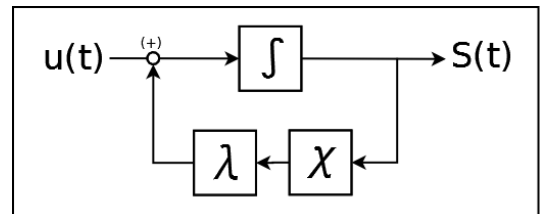
$$\lim_{t \rightarrow \infty} h(t) = \lim_{t \rightarrow \infty} \frac{u(t)}{S(t)} = \lambda \quad (14)$$

## 2.2 light の消滅を加味した Model

現実的な Union Stock Model においては、”light” 保有者の死亡や、”light” や account の放棄といった事象を加味する必要がある。

このような場合の Union Stock Model は、右図のブロック線図にて表すことができる。

なお、 $\chi$  は、グループの内部要因による減価率である。



ブロック線図と同様に、グループの内部要因による減価率を  $\chi$  とすると、 $\Delta S$  は式 (15) で表される。

$$\Delta S = u(t) \cdot \exp(-(\lambda + \chi) \cdot \Delta T) \quad (15)$$

ここで、式 (16) のようにシステム全体の減価率  $\lambda^*$  を定義する。

$$\lambda^* = \lambda + \chi \quad (16)$$

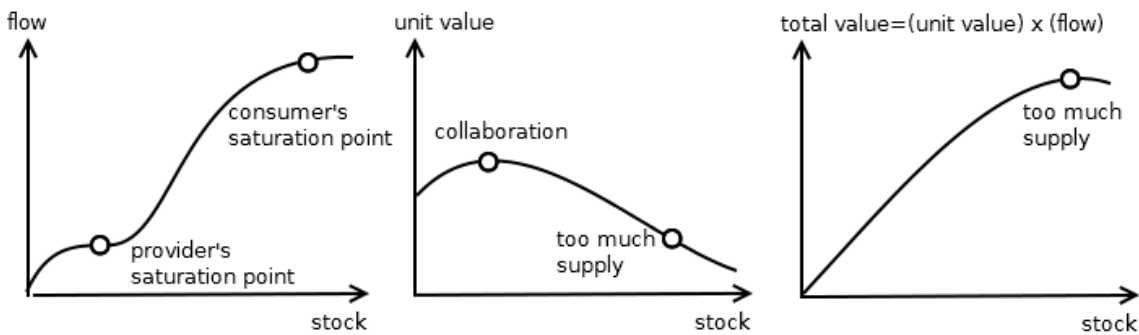
減価率  $\lambda^*$  を用いて、Stock の時間変化  $S(T)$  を表すと、式 (17) となる。

$$S(T) = \int_0^T \frac{A \cdot u_h \cdot \exp(-\lambda^*(T-t))}{1 + \exp(-(bt+c))} \quad (17)$$

これは、式 (8) の  $\lambda$  を  $\lambda^*$  に置き換えた式となっている。そのため、 $S(T)$  についての考察は、標準的な Union Stock Model と基本的に同じである。

ただし、 $\chi$  は有効なアカウントの割合といった直接的な制御が難しい要因により計測される値であるのに対して、 $\lambda$  はシステム運営側が能動的に設定できる値であるため、 $\chi$  は制御時の補正パラメータとしてシステム運営側が認識していなければならない値であるといえる。

### 2.3 Stock と Flow の関係



左図に示したように、一般に Stock と Flow の関係は、生産者市場の飽和と、消費者市場の飽和の2段階を経ると考えられる。Stock 量の増加に伴い、まず、生産者市場が飽和し、さらに Stock 量が増加すると、それは”light”が誰にでも容易に手にはいる状態であるため、消費者市場が飽和する。ただし、ここでいう消費者とは、一般の消費者ではなく、消費を目的としてグループに参加した人という意味である。わかりやすい例がコミケのような生産者と消費者の境界が明確でない系で、生産者の性質が強いユーザと消費者の性質が強いユーザを分類して考えた時に、図のような定性的な特性が得られることが予想される。

また、中図に示したように、適度に Asset がコラボレーションすると、Asset に新規性ある付加価値がつくため、Stock 量がある程度増えると Flow が増し、コラボレーション効果が発揮されて単価 (unit value) が高くなると予想される。その一方で、Stock 量が増えすぎると、誰にでも容易に手に入る状態となるため単価が安くなると予想される。

この2つの特性を鑑み、総価値を示したのが右図である。総価値 (total value) は、単価 (unit value) と流通量 (flow) の積にて表される。総価値は、Stock 量増加に対して増加するが、配給過多となれば単価も低下するため総価値は減少に転ずる。

生産者利益という視点でいえば、コラボレーション効果により平均単価が最大になるよう Stock 量を調整するのが最適解に近くなると予想するが、市場規模という視点でいえば、(クリエイティブな性質を持つ)消費者に対してもある程度間口が広がる程度に Stock 量を増やしたほうが最適解に近くなると予想される。例えば、プラットフォームビジネスをしている企業は、(クリエイティブな性質を持つ)消費者に対して広い間口

を提供しているが、これは市場規模を優先させる戦略であるが、Stock 量を増やし、市場を拡大する戦略というのは、この戦略に近いものである。

### 3 結論

2 . 1 項の「標準的な Union Stock Model」では、減衰率  $\lambda$  や light 換算の平均生産量  $u_h$  を用いて”light”のストック量を制御する機構を示した。また、ストック量に比して生産される light 量の比率  $h(t)$  を定式化した。これを用いて非定常系における、現在の知的生産者に対するインセンティブの評価割合を見積もることが可能になる。また、定常系においては、減衰率  $\lambda$  は現在の知的生産者に対するインセンティブの評価割合を規定するものでもあることを証明した。

2 . 2 項の「light の消滅を加味した Model」では、アカウントが無効化されるなどにより”light”が消滅する要因を加味した  $\lambda$  の補正パラメータ  $\chi$  の求め方を示した。

3 節では、ストックとフローの関係を示し、生産者利益の最大化と市場規模最大化の 2 つの視点で、目標とすべき適切なストック量の指針を示した。