

## 細粒度商品トレーサビリティの表現モデル

土井 裕介 †‡

† 株式会社東芝 研究開発センター

尾崎 哲 †

‡ 東京大学大学院 情報理工学系研究科

### 1 背景

商品トレーサビリティシステムは、広義には商品の生産・加工・流通状況を把握するシステム一般を指す。中でも、個品レベルの商品トレーサビリティシステムは、商品一つひとつに付けられた ID を key とした商品情報の統合を可能とするシステムである。本研究では、個品レベルの商品トレーサビリティシステムにおける商品のライフサイクルを表現する必要十分な表現モデルを示す。

分散システムにより、個品レベルの商品トレーサビリティシステムを実現する研究 [1][2] がある。これらのシステムでは一般に、商品取り扱い者が最終的なデータを保持する必要がある。その結果、商品取り扱い者が廃業・機器故障・その他の理由でシステムを離脱するとトレーサビリティが担保されなくなるという問題が存在する。

本研究では、分散コンピューティングにおける来歴管理 (Data Provenance) の考え方を商品トレーサビリティシステムに適用し、商品トレーサビリティに必要な表現モデルを提案する。本方式のゴールは、商品トレーサビリティに必要な情報がこのようなモデルにより表現でき、何らかのストレージ基盤に集められることで、商品取り扱い者の離脱に関わらずトレーサビリティを維持できることである。

### 2 関連研究

データ来歴に関する研究は複数のカテゴリが存在し、用語の定義なども様々である。ここでは、Simmhan らによる分類学 [3] をもとに検討を行う。Simmhan によると、データ来歴には「利用目的」「対象」「表現」「保存」「拡散」の 5 つの側面が存在する。

本研究では、これらの来歴管理を行うための「表現」に着目する。利用目的は監査 (Audit Trail)、対象は個々の商品に付与された ID である。また、来歴情報の「保存」および「拡散」は、商品 ID を key とした分散ハッシュテーブルを含む何らかの Key-Value Store を利用するものとし、詳細は議論しない。

### 3 細粒度トレーサビリティ表現モデル

#### 3.1 要件

本研究の目的は、細粒度トレーサビリティ、すなわち物品一つひとつの取り扱い履歴の管理を行うシステムにおいて、商品の取り扱い主体 (事業者) がシステムから離脱しても、過去に取り扱った商品に対するトレーサビリティを維持することである。そのために、様々な商品の取り扱い時に発生する事象を適切に記述する幹となる表現モデルを提案する。監査のためのトレーサビリティを対象とするため、記録された情報を事後に改変することが困難であること (完全性) が必要である。

#### 3.2 事業者主体の表現モデル

商品トレーサビリティは、商品と事業者の関係から成る。ここで、トレーサビリティシステムで取り扱う対象を「ラベル」であるとする。ID を付与して取り扱い可能にした時点が商品としての始まりである。全ての商品は、まず ID のみから成立する空の商品を仮想的に生成 (create) し、これに対して、原材料を利用 (use) して作り上げる、というモデルにより、商品のライフサイクルを定義する。また、商品は事業者間を輸送 / 取引されるが、管理管轄の遷移を事業者間の輸送 (send/receive) に絞って表現する。

具体的には、事業者の視点に立ち、S created 0, S1 sent 0 to S2, S2 received 0 from S1, S used 01 on 02 といった、4 種類の文により商品トレーサビリティを表現する。ここで、事業者を S で、商品を 0 で表現している。事象を観測する主体たる事業者は常に一つであるという制約により、輸送という一つの事象を対になる語彙 (send/receive) により表現する。

#### 3.3 物品主体の表現モデルの転換

前節で述べた表現モデルは、事業者を主体とした観測によるモデルである。これを物品を中心とした表現モデルへ転換することにより、物品を key とする key-value store での取り扱いが容易になる。S と 0 を入れ替えることで、以下の 5 文が定義できる。

0 is created at S, 0 is sent to S2 at S1, 0 is received from S1 at S2, 01 consumes 02 at S, 02 is consumed by 01 at S

Expression Model for Fine-grained Product Traceability

†† Yusuke DOI † Satoshi OZAKI

‡ Corporate R&D Center, TOSHIBA Corporation

‡ Graduate School of Information and Technology, The Univ. of Tokyo

ここで、商品 0 を 2 つ持つ use について、consumes と be consumed に分解することで、それぞれの商品を主語とする文とした。これらの主語を key とすることにより、商品に対する来歴情報を過不足なく取り扱うことができる。図 1 に、商品のライフサイクルとこれに対する表現を示す。図の上部においては事業者 S1, S2 を主語とした事象を表現し、これらを図の下部にあるような商品 O1, O2 を主語とした事象に変換し、分散ハッシュテーブルのようなストレージ基盤に格納する。

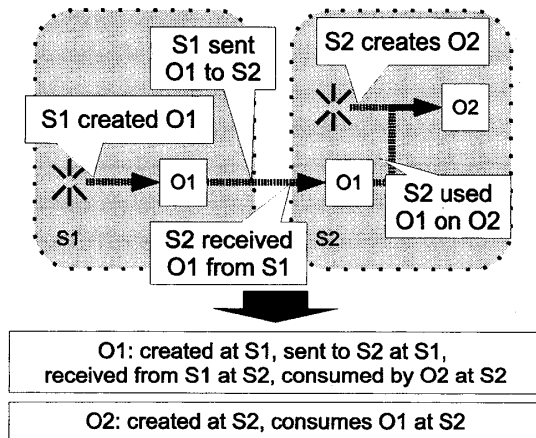


図 1: 2 つの表現モデル

#### 4 考察

本研究は、細粒度の商品トレーサビリティに必要な事象の表現のための語彙を定義した。著者らは過去に牛肉のトレーサビリティに関する研究 [4] に協力者として携わった。本節では、この経験から得られる範囲において、本研究が示す表現モデルが必要な表現力を持つことを示す。加えて、完全性を担保するための秘密情報の利用法について述べる。

牛肉の流通においては、牧場で育てられた一頭の牛が、と畜場で 10~30 程度の部分肉に分割されて加工センターに送られ、加工センターで小売や卸で取り扱うサイズのパック肉となる。このプロセスにおいては、牛、部分肉、パック肉それぞれにタグ (ID) が付与される。また、パック肉はそのまま小売される場合もあるし、例えば弁当などの加工食品になる場合もある。また、各プロセスで廃棄物が発生する場合がある。

本表現モデルにおいては、牧場、と畜場、加工センター、小売店などが事業者にあたり、牛・部分肉・パック肉あるいは加工食品が商品となる。それぞれの事業者が商品の取り扱いを開始する時点が create となり、分割などの加工を行う段階が use となる。send/receive

により商品の受け渡しを行う。

完全性については、各事業者が本システムに参加するにあたり公開鍵を安全な方法で登録することを前提とすることで、事業者からの情報に公開鍵暗号による署名を施すことができる。ここで、create に限り全ての事業者が自由に実施できるものとし、use および send についてはその物品の仮想的な「所有権」を持つ事業者だけが実施できる。なお、send/receive においては、いわゆる「伝票」に相当する情報に秘密情報を含め、send と receive の対応を取ることで仮想的な「所有権」を移転できる。

#### 5 まとめ

本研究では、商品トレーサビリティを表現する表現モデルを示した。表現モデルにおいては、具体的にトレーサビリティに必要な事象を表現する、事業者を主語としたモデルを、トレーサビリティの対象となる商品を主語としたモデルに変換し、key-value store における取り扱いを容易とした。また、一つの具体的なトレーサビリティの事例にあてはめ、この表現モデルがどのようにトレーサビリティを実現するかを示した。

#### 参考文献

- [1] 土井裕介, 若山史郎, 石山政浩, 尾崎哲, 井上淳. 10 の 10 乗規模の個品追跡を可能とするトレーサビリティシステム向け id 解決機構. 情報処理学会論文誌, Vol. 49, No. 3, pp. 1265-1274, 3 月 2008.
- [2] Dijiang Huang, Mayank Verma, Archana Ramachandran, and Zhibin Zhou. A distributed ePedigree architecture. In *Proceedings of FTDCS 2007*, March 2007.
- [3] Yogesh L. Simmhan, Beth Plale, and Dennis Gannon. A Survey of Data Provenance in e-Science. *ACM SIGMOD Record*, Vol. 34, No. 3, pp. 31-36, 2005.
- [4] 高玉広和, 矢島健一, 水越康博, 竹内章平. 電子タグを活用した食肉トレーサビリティ実証実験. 電子情報通信学会ソサイエティ大会講演論文集, Vol. 2006, No. 1, pp. S-53-S-54, 2006.