

地域経済・相互扶助・地域資源を循環させるデジタル地域通貨：システム設計と社会実装 Digital Community Currency to Circulate Local Economy, Mutual Aid, and Local Resources: System Design and Social Implementation

藤原 正幸^{*†} 井上 杜太郎[†] 小林 重人[†] 吉田 昌幸[§] 宮崎 義久[⊥]
Masayuki Fujiwara Moritaro Inoue Shigeto Kobayashi Masayuki Yoshida Yoshihisa Miyazaki

1. はじめに

地域コミュニティにおける相互扶助の規範や繋がりを取り戻す仕組みとして「地域通貨（community currency; CC）」の導入が注目されている。地域通貨とは「一定の地域やコミュニティの内部で流通する貨幣、あるいは、参加者がそれを使って財・サービスを自発的に交換するためのシステム」[1]である。

我が国では、2024年のキャッシュレス決済比率が42.8%に達し[2]、デジタル決済の普及が進んでいる。この流れを受け、「デジタル地域通貨(digital community currency; DCC)」の利用、例えば、「さるぼぼコイン（岐阜県高山市・飛騨市・白川村）」[3]や「TARCA（北海道小樽市）」[4]などの導入が進み、地方自治体における導入は、もはや目新しいものではなく一般的な取り組みとなっている。近年では、デジタル地域通貨は、単なる地域経済を回す決済手段としての役割を超えて、デジタル化を活かした、地域コミュニティにおける相互扶助や社会的規範・つながりを再構築する有効な手段としての可能性が模索・試行されている。

他方では、地域資源の利活用、例えば木質バイオマス熱利用を促進するために、消費者側の受容性やそれに対するインセンティブに関する調査や設計が重要な課題とされる。デジタル地域通貨と木質バイオマス利用を合わせて用いることで、利用促進への動機づけと地域資源の循環を同時に実現できる可能性がある。このような連携は、地域社会の活性化と環境配慮型の地域資源利用の両立に寄与する「相乗効果（シナジー）」を生み出すと期待できる。

以上を踏まえ、地域経済の活性化、相互扶助の促進、地域森林資源の持続的利用を包括的に実現するには、これらを循環させる統合的な仕組みとしてのデジタル地域通貨のシステム設計と社会実装が求められる。

本研究の目的は、筆者らが開発したデジタル地域通貨 Gene を開発し、地域に導入することで、地域経済・相互扶助・地域資源を循環させるシステムがいかんにして機能するかを検証することである。本研究で開発したデジタル地域通貨 Gene は、QRコードによる決済機能に加え、メッセージ機能や決済金額に応じたスタンプ付与、さらには薪やペレット購入時のCO2削減量の概算および可視化といった機能を備えている。これらによって「地域経済」、「相互扶助」、「地域資源（脱炭素）」の三者を循環する新たな

仕組みの構築を試みた。この新しい仕組みについては、山形県最上町の協力のもと、デジタル地域通貨×地域資源の相乗効果を狙った3ヶ月間の流通実験により検証している。

本稿では、デジタル地域通貨 Gene に関する新しい仕組みについて解説し、地域経済・相互扶助・地域資源の循環に資する、効果的な活用方法を考察する。

2. 先行事例のデジタル地域通貨

2.1 既存のデジタル地域通貨

日本各地で導入されたデジタル地域通貨の一部について表1にまとめた。これらのデジタル地域通貨の中には地域特有の機能やデザインなど独自性の高い特徴がある場合もあるが、多くはQRコード決済や自治体の行政によるポイント付与といった決済支援機能に限られており、単なる決済手段としての利用に留まっている場合も少なくはない。例えば、泉[5]は2023年時点で地方自治体に導入・稼働するデジタル地域通貨は13箇所（終了や中止は含んでいない）としており、それ以外を転々流通性（受け取った者が他の者に再び譲渡できる性質）がない「デジタル地域決済」や「デジタル地域ポイント」として区別している。デジタル地域通貨には、導入・運営コスト面の問題、そして取引データ分析の利活用も課題として指摘されている[6]。

表1. デジタル地域通貨/決済/ポイントの一例

通貨名	導入自治体/地域	導入年
珠洲/能美トチポ(トチツカ)	石川県珠洲市・能美市	2025年3月
UMECA	群馬県安中市	2024年12月
ガキペイ	岐阜県大垣市	2024年7月
めぶく Pay	群馬県前橋市	2023年10月
ちよる Pay	山口県山口市	2023年4月
まにこいん	岡山県真庭市	2023年1月
郡上ふるさとコイン	岐阜県郡上市	2022年12月
富士山Gコイン	静岡県御殿場市	2022年7月
養老 Pay	岐阜県養老町	2021年10月
MORIO Pay	岩手県盛岡市	2021年3月
せたがや Pay	東京都世田谷区	2021年2月
ひらつか☆スターライトポイント	神奈川県平塚市	2020年10月
Byacco/白虎	福島県会津若松市(会津大)	2020年7月
近鉄しまかぜコイン	伊勢志摩地域	2019年11月
negi (ネギー)	埼玉県深谷市	2019年5月
アクアコイン	千葉県木更津市	2018年10月
さるぼぼコイン	岐阜県高山市・飛騨市・白川村	2017年5月
TARCA	北海道小樽市	2012年11月

*公立小松大学 Komatsu University

† 北陸先端科学技術大学院大学 Japan Advanced Institute of Science and Technology

‡ 札幌市立大学 Sapporo City University

§ 上越教育大学 Joetsu University of Education

⊥ 宮城大学 Miyagi University

3. デジタル地域通貨 Gene

デジタル地域通貨 Gene は、筆者らが以前に開発したフローを可視化するデジタル通貨 Com-Pay [7, 8] に原型がある。これは決済方法をチャージ型あるいは後述の LETS (Local Exchange Trading System: 地域交換取引制度) 型を選択し切り替えができる非常に素朴なシステムであった。

本稿のデジタル地域通貨 Gene は、Generate、Energy および Empowerment に倣って名付けられており、「地域の**経済資本** (地域経済)・**社会資本** (相互扶助)・**自然資本** (地域資源) を互いに循環させ、地域の新たな活力の創出を支援する」ことをコンセプトに据え、エネルギーの地産地消を促すことを目指している (図 1、図 2)。



図 1. デジタル地域通貨 Gene の Web サイト (<https://www.gene-dcc.jp>)

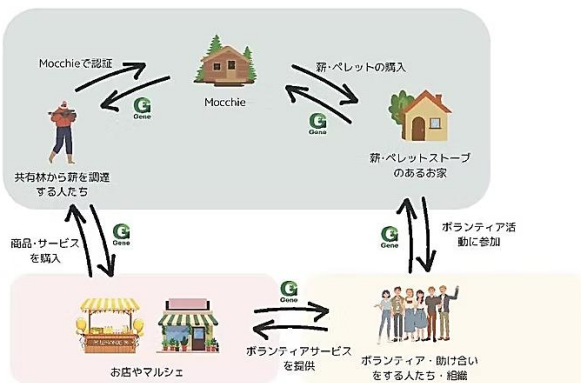


図 2. デジタル地域通貨 Gene のコンセプト

3.1 デジタル地域通貨 Gene の主な仕組み

3.1.1 地域経済に関する主な機能

A. LET 型決済システムと QR コード決済

本稿のデジタル地域通貨 Gene は LETS 型[9, 10]のシステムを採用している。LETS 型とは「フラット・スタート」、つまりすべての口座がゼロから始まる性質をもち、無利息



図 3. デジタル地域通貨 Gene の画面



図 4. スタンプの種類. (a) 地域経済. (b) 相互扶助. (c) 地域資源

かつマイナス残高も許すシステムである (図 3(a))。口座残高は口座保有者のコミットメントを示し、取引履歴 (図 3(b))、総取引量は参加の度合いを表す。ただし本稿では流通実験実施のため、概ね運用上の都合により、決済上限額や還元をあえて設定したことから、今回は厳密な定義の LETS 型決済システムの利用とはなっていないことに注意されたい (本稿のシステムでは決済上限額や還元を設定しないことも可能である)。

B. スタンプと還元に関する主な機能

デジタル地域通貨 Gene では、決済の種類に応じたスタンプ付与機能がある。このスタンプ機能は、決済時に利用者が選択した決済カテゴリに基づき 1 つ付与される (図 4)。付与されたスタンプはホーム画面内のスタンプカードに表示されるようになり、5 つ貯めると Gene が還元される仕組みを有する。この還元はスタンプの種類を組み合わせによって還元量が決まっており、5 つのスタンプの中で 3 種類のスタンプを集めた場合に最も高い還元量となる (表 2)。この還元の狙いとしては、多様なカテゴリ (地域経済・相互扶助・地域資源) での決済を促すために設定している。

表2. スタンプによる還元例

スタンプの種類組み合わせ	還元量
1種類	500 Gene
2種類	700 Gene
3種類(全て)	1,000 Gene

3.1.2 相互扶助に関する主な機能

C. メッセージング機能

送信者側が決済時にメッセージをつけて Gene を送付する機能をもつ。これは、特に相互扶助などでやりとりする場合に御礼などのメッセージを贈ることを想定している。このような仕組みは、既存の紙幣ベースの「ぶんじ（東京都国分寺）」や「能美のあんやと券（石川県能美市）」[11]、そして電子地域通貨「TARCA（北海道小樽市）」などに見られ、あらゆるイベントや個人間の助け合いの際に用いることが期待される。

3.1.3 地域資源（脱炭素）に関する機能

D. CO2 削減量概算機能

薪・ペレットの活用を中心に、購入時および森林資源を活用したワークショップ・体験などで Gene を獲得できる仕組みを導入している。実際にはたとえば販売店舗にて、薪またはペレット購入時に、支払額とともにペレット重量や薪体積を入力すると CO2 削減量の概算が表示され、CO2 削減量に応じた還元を受けられるものである。また Gene の内部機能として、これまでに削減した CO2 削減量の総量（概算）がデータベースに保持される。

国が認証する制度である「J-クレジット制度」[12]の CO2削減量の式を参考に、「薪 (m³、立米)」と「ペレット (kg)」に関する CO2削減量の概算を以下の計算式(1)として用いた：

$$ER = reduceCO2 * 0.001 * JCREDITCO2PERTON * 0.5 \quad (1)$$

1 トン当たりの CO2 削減量の価値 JCREDITCO2PERTON を 3000 Gene として概算する。そして、ペレット 1kg を灯油の代わりに利用することによる CO2 削減量を 0.9kg、薪

1m³を灯油の代わりに利用することによる CO2 削減量を 800kg とそれぞれ置き、これらを CO2 換算係数として用いることで、CO2 削減量 reduceCO2 を計算している。

3.2 デジタル地域通貨 Gene の実装

デジタル地域通貨 Gene は Python 3.10 を用いており、いくつかのフレームワークや Web サービスを組み合わせることで実現している（図 5）。システムは主にフロントエンド、バックエンド、認証・データベース、リアルタイム通信、ホスティングの各要素から構成されている。

- **Next.js/React, TypeScript (フロントエンド)**
ユーザーが実際に操作するインターフェースは、React ベースのフレームワークである Next.js によって構築されている。送信者および受信者はスマートフォンの Web ブラウザからアクセスし、送金や受け取りなどの操作を行う。本稿では Supabase における認証や、バックエンドの Django への API 通信を通じて、送金要求やトークンの検証、支払い完了通知などの処理を非同期で行い、決済情報を送受信する。
- **Django (バックエンド)**
Render 上にホスティングされ、Next.js からのリクエストを処理する。Web API、Rest API や MQTT との通信処理を担う中心的な Web アプリケーションフレームワークである。また Django は REST API としてフロントエンドと通信し、リアルタイムに MQTT Broker との双方向通信も制御している。支払いや受取操作は、Django 上で定義された Gene 専用 API を介して処理される。
- **Supabase (認証とデータベース)**
ユーザー管理と認証（ログイン、トークン管理）および取引履歴などの送受信データのデータベース保存（PostgreSQL）を行う。また NextAuth.js と連携したログインも処理する。
- **MQTT Broker (リアルタイム通信)**
Django と連携し、送信者が投稿したデータを即座に受信者へ配信する役割を持つメッセージングシステムである。MQTT Broker は Django と接続しており、

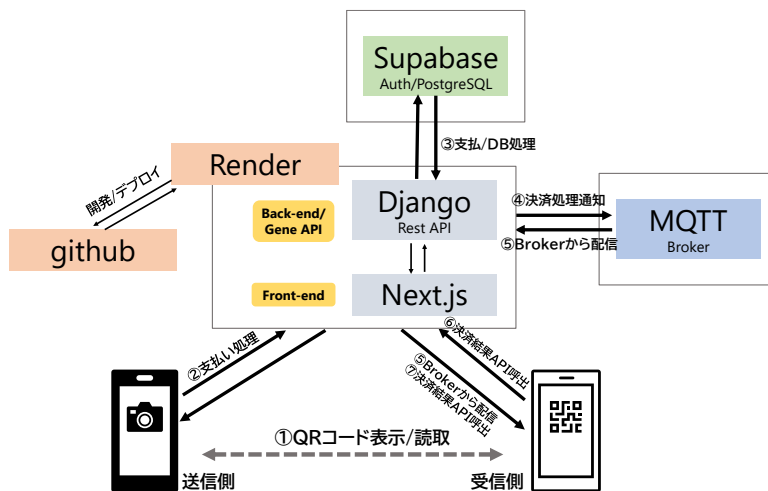


図5. デジタル地域通貨 Gene のアーキテクチャ図

本稿では送信者が支払い操作を行うと、即座にMQTT経由で受信者側へメッセージを配信しリアルタイムに反映される。これにより通知遅延の最小化を図っている。

● Render (ホスティング)

Django と Next.js をクラウド上で常時稼働させるためのデプロイプラットフォームである。Render は GitHub と連携しており、バージョン管理されたソースコードの変更が自動的に反映される CI/CD パイプラインが構築されている。これにより、開発効率と保守性の向上が実現している。

加えて、ユーザー認証には NextAuth.js を使い、QR コード決済の実装には、QR コードの生成に qrcode.react、読み取り検出には jsQR をそれぞれ用いることで、スマートフォンを介した直感的かつ迅速な決済処理を実現している。また二重送金の防止や決済失敗時のロールバック処理なども備えている。

4. 山形県最上町における流通実験

Gene を用いた山形県最上町における流通実験は、2024年10月11日から2025年1月20日にわたり実施された。本流通実験登録者は一般43名・店舗9軒であり、実際の利用者は一般21名・店舗7軒であった。「地域経済」、「相互扶助」、「地域資源(脱炭素)」に関わる総取引回数は164回にのぼった。これら流通実験の詳細や取引データ分析の速報や意識調査などは Yoshida et al. (2024) [13]、ネットワーク分析は小林 (2025) [14] を参照されたい。

5. 議論

本稿では、地域経済・相互扶助・地域資源を循環させる仕組みとしてデジタル地域通貨「Gene」を開発し、そのシステム設計について解説し、社会実装について述べた。

デジタル地域通貨 Gene は、LETS 型決済システム、スタンプと還元、メッセージング、CO₂ 削減量概算といったデジタル化を活かした特徴的な機能を有している。特に従来の紙幣や通帳などを用いた LETS 型とは異なり、デジタル化して取引履歴を保持する点、そして CO₂ 削減量概算といった機能はデジタル地域通貨として新しい仕組みであろう。導入および運営コスト面の課題については、前者は既存のフレームワークや Web サービスを用いること、後者については取引データの蓄積およびシステム管理者の配置によって、一定程度の軽減が図られていると考えられる。今後の技術的・制度的な課題としては、以下の点が挙げられる：

- 1) CO₂ 削減量の算出に用いた概算式を、「J-クレジット制度」の計算式等を参考により正確なものへと改善すること、
- 2) 薪やペレット以外の地域資源や、環境負荷の低い製品・サービスにも対応できるスキームを拡張すること、
- 3) CO₂ 削減量の表示を、直感的かつ視覚的に理解しやすい形に改善すること、などが挙げられる。また、LETS 型のオフライン決済機能を取り入れることで、インターネット接続に依存せず、より柔軟な利用環境を提供する可能性も見込まれる。

本研究の新たな仕組みを用いて、地域経済・相互扶助・地域資源を循環させるためには、1) 利用者によるシステム理解と合意形成、2) 取引履歴データの利活用方法の開

発、そして3) アプリ画面上における視覚的・行動的インセンティブ設計、などが必要不可欠である。

一方で、本研究で導入された各機能が、地域内の経済循環や資源循環に対して実際にどのような効果をもたらすかについては、流通実験の期間や参加者規模に制約があり、十分な検証には至っていない。したがって、今後は社会実装の試行を段階的に重ねながら、効果検証と改善を継続的に行っていく必要がある。

謝辞

本研究にご協力賜りました古賀嵩大さんに感謝いたします。本研究は、JST-RISTEX 科学技術イノベーションのための科学「木質バイオマス熱エネルギーと地域通貨の活用による環境循環と社会共生に向けた政策提案」(JST RISTEX JPMJRX21B6) (研究代表者 豊田知世) の支援を受けたものです。

参考文献

- [1] 西部 忠, “地域通貨の流通ネットワーク分析: 経済活性化とコミュニティ構築のための制度設計に向けて”, 情報処理, Vol.49, No.3, 290–297 (2008).
- [2] 経済産業省, “2024年のキャッシュレス決済比率を算出しました”, <https://www.meti.go.jp/press/2024/03/20250331005/20250331005.html> (閲覧日時 2025/04/14).
- [3] 飛騨信用組合, “さるぼぼコイン”, <https://www.hidashin.co.jp/coin/> (閲覧日時 2025/04/25).
- [4] 地域通貨「Tarca」運営委員会, 地域通貨「Tarca」, <https://tarca.jp/info/> (閲覧日時 2025/04/25).
- [5] 泉 留雅, “地域通貨, 地域決済, 地域ポイントのデジタル化の現状についての一考察”, 専修経済学論集, Vol.59, No.1, 121–130 (2024).
- [6] 小林 重人, 宮崎 義久, “ネットワーク分析を活用した電子地域通貨の流通デザイン—小樽の電子地域通貨 TARCA の事例—”, 地域活性化学会大会論文集 (2021).
- [7] Masayuki Fujiwara, Shigeto Kobayashi, “Development of Digital Community Currency for Enhancing Contribution Consciousness to Local Community”, Proceedings of the 5th Biennial Research Association on Monetary Innovation and Community and Complementary Currency Systems, Vol.5, 1095–1096 (2019).
- [8] 吉田 昌幸, 小林 重人, 宮崎 義久, 藤原 正幸, “地域経済循環を体験するゲーミング・シミュレーションの開発”, 進化経済学論集, 28, 324–342 (2024).
- [9] Michael Linton, “The LETS System Design Manual”, Comox Valley, BC: Landsman Community Services Ltd. (1983), <https://web.archive.org/web/20150217004244/http://www.gmlts.u-net.com/design/home.html> (閲覧日時 2025/04/25).
- [10] Jeremy September & Shigeto Kobayashi, “LETS Passbook Communities: An Investigation of An Adaptation of the LETS Community Currency Mechanism”, International Journal of Community Currency Research, Vol.27, 1–20 (2023).
- [11] 奈良井 伸子, 小林 重人, “ありがとうの気持ちを循環させる「能美のあんやと券」”, 人工知能学会第二種研究会資料 市民共創知研究会, SIG-CCI-004-12 (2018).
- [12] J-クレジット制度事務局, “J-クレジット制度”, <https://japancredit.go.jp> (閲覧日時 2025/04/14).
- [13] Masayuki Yoshida, Tomoyo Toyota, Shuichi Miura, Shigeto Kobayashi, Masayuki Fujiwara, “Development of a digital community currency System to promote the use of woody biomass thermal energy: A case study on Mogami, Japan”, Proceedings of the 7th Biennial RAMICS International Congress in Italy, Vol.7 (2024).
- [14] 小林重人, “デジタル地域通貨 Gene の取引結果”, 進化経済学論集, 29 (2025).