

ブロックチェーン技術を活用した災害時情報共有システムの提案 Proposal for an Information Sharing System Utilizing Blockchain Technology During Disasters

塩崎 友香[†] 長谷川 治久[‡]
Yuka Shiozaki Haruhisa Hasegawa

1. はじめに

大規模な災害が発生した際には、普段利用している通信インフラが遮断されてしまう可能性がある。実際に、2011年3月11日に発生した東日本大震災では、地震や津波の影響により基地局の倒壊・流失などが起こり、通信インフラの機能が停止する事象が発生した^[1]。このような通信環境下では、被災・避難状況の共有や物資の供給に関する情報の流通が困難になる。しかし、これらの情報は物資を公平かつ効率的に分配する上で重要であり、情報の流通が止まると物資の配給にも支障が生じる。

ブロックチェーン（以下、BC）は、いくつかのノードが故障しても全体が機能する耐障害性や、履歴に関する耐改ざん性があり、災害時に公平な運用を目指すプラットフォームに望ましい性質を持っている。しかし、通信の途絶により切り離されたノードは新たな情報が得られなくなり、トランザクションの承認も得られなくなる。このようなノードにおいても処理を停止することなく、少なくともローカルに処理を継続する必要がある。本稿では、切り離されたノードにおいても一時的に構成される BC により処理が続けられ、復旧した後は全体システムとの整合をとった運用に戻すことについて検討する。

2. ユースケース

避難所は避難者が生活する場であると同時に、避難していない近隣住民が配給を受け取る場にもなる。しかし、東日本大震災では、近隣住民に対して支援物資の到着や分配に関わる情報が十分に提供されず、物資が行き渡らなかったことが指摘されている^[2]。このような被災者にも、公平に物資供給することが重大な課題である。災害発生直後の国の物資支援には、被災地からの要請を待たずに必要不可欠な物資（基本 8 品目等）を送る「プッシュ型支援」がある^[3]。その後、指定避難所が必要とする物資を提供する「プル型支援」が進められる。本稿では、後者を行うための情報共有システムを想定する。

本稿では、災害対策本部と複数の避難所が参加する BC を構成し、その上で情報を流通させることを考える。避難所は本部に物資の不足分を要求したり、物資が配給される予定の通知を受け取ったりする。指定避難所に避難しなかった近隣住民も、最寄りの避難所のサーバを介してネットワークに参加することで配給の対象となる。これにより避難所では物資の管理ができるようになり、被災者にどれだけ配布するか判断可能になる。また、公平な運用を目指すため、いつ誰にどれだけ配布したかを BC 上で管理する。

これにより、同じ被災者に複数回過剰に配給してしまう事象を防ぐことができる。

また、災害時の通信環境下により、特定の地域が孤立してしまうことが考えられる。この場合においても正常な通信が可能になるまで、得られている最新の情報を元に被災者向けの運用を継続することが望ましい。その間はローカルな処理となるが必要な情報の記録は継続し、通信が復旧した際には、全体の管理に統合することで不正の有無について検証可能とする。

3. ブロックチェーンによる災害時状況共有

3.1 Delay Tolerant Network

災害時の劣悪な通信環境下において強みを発揮する通信の一つとして、DTN (Delay Tolerant Network) の適用が検討されている。DTN は蓄積通信方式を基本としている。各ノードは通信すべき情報を蓄積しておき、通信路が使用できる時に転送する。中でも、移動ノードと無線通信を活用したネットワークを提案する研究が多い。佐藤らの研究^[4]では、避難所に設置したエッジサーバと DTN を利用した通信システムを用いて、どの場所にいる被災者にも平等に物資提供を行えるサービスが検討されている。インターネットへの接続が遮断された際には、各エッジサーバが相互に通信してデータを共有する。しかし、DTN は安定しないネットワーク環境でログを収集することには適しているが、情報の伝達に時間がかかるためシステム全体を統括したりリアルタイムな意思決定への適用は困難である。

3.2 コンソーシアム型ブロックチェーン

コンソーシアム型 BC では、権限を持つ複数の組織がネットワークに参加し管理を行う。耐障害性、耐改ざん性・透明性に優れ、スマートコントラクトによる処理の自動化が実現できる。複数のノードが同じ内容の台帳を管理するため、いくつかのノードが接続不可になっても、システム全体に渡るデータの損失を防止できる。このような耐障害性の高さは、災害時の通信に非常に適していると考えられる。また、BC はすべてのやり取りの履歴を保持するため、不正なやり取りを後から指摘することができる。よって、非常時の混乱に乗じたデマの流布や不正なやり取りの抑制につながると考えられる。また、決められた実行を自動で行うスマートコントラクトを活用することで、業務等の簡略化を望むことができる。さらに BC には暗号技術が活用されており、電子署名によって個人認証が可能になる。

3.3 提案システム

DTN と BC は災害時の通信に有用であると考えられる。しかし、DTN ではデータの蓄積と転送は可能だが、システム全体に渡ってトランザクションすべての履歴を残しているわけではない。また、ユーザー一人ひとりの正確な本人性

[†] the Division of Mathematical and Physical Sciences, Graduate School of Science, Japan Women's University

[‡] the Department of Mathematics, Physics and Computer Science, Japan Women's University

の確認はできない。これらの点を BC 技術によって改善することで、さらに災害時に強力な通信になると期待できる。

筆者らは Hyperledger Fabric^[5]を用いて BC を共有する Channel を階層的に構築することを提案している^[6]。本稿で想定するコンソーシアム型 BC の構成例を図1に示した。

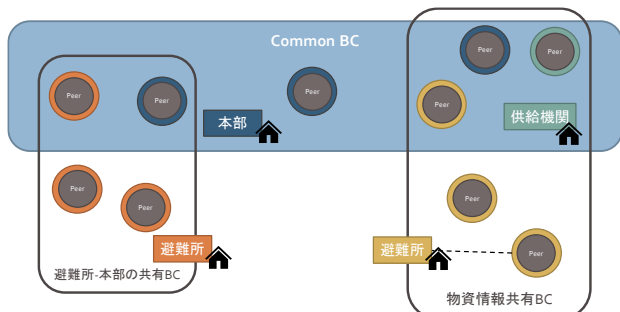


図1 提案システムの例

それぞれの組織に所属しているノード (Peer) がネットワークに参加し、用途によって BC を構築する (Channel)。同じ Channel に所属している Peer は同じ台帳を保持し管理しているため、情報共有が可能である。また、階層的な Channel の構成を前提とした処理の流れを図2に示した。ユーザはアプリケーションを通して、自身が所属している組織の Peer から権限を得る。また、Orderer ではデータの矛盾を起こさせないようにトランザクションの順序を正す。図1や図2のように、目的によって Channel を使い分けることでそのネットワークに参加して良いユーザのみ情報閲覧が可能になり、安全性の高い状態でデータを保持することができる。

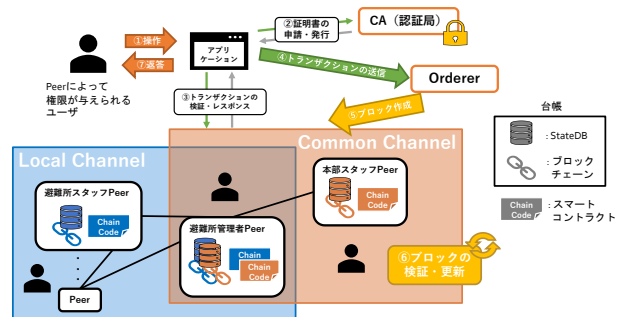


図2 システム構成

一般に BC を適用したシステムでは、切断されたノードがあっても全体の BC の運用は継続できる。しかし、切り離されたノードは BC 上のデータは保持できているが、トランザクションの認証ができなくなるため、その後の処理は継続できない。しかし、災害時を想定すると、切り離されたノードにおいても処理を継続する必要がある。

3.4 切断されたノードの処理

各 Peer には、BC とその時の最新の状態が記録された State DB が管理されている。切断時には自身のみで管理する Channel を自律的に発生させ、元の BC と State DB の写しを初期の値とする。以降、この Peer の活動はその Channel 内で管理し、記録を進める。これによって、切り離されたとしてもこれまでと同様の処理を継続することができる。

Hyperledger Fabric での実装を想定すると、劣悪な通信環境によって特定の Peer A による台帳の更新等が不可能になってしまった場合には、Peer A を除いた状態でブロックを書き込んでいく。その様子と復帰後のフローは以下のようになる。

- ① Peer A のみで構成される新たな Channel を自律的に作成する。また、Peer A は自身の把握している通信遮断時までの情報を初期値とする新たな台帳を生成する。
- ② Peer A は生成した台帳に書き込みをし、処理を進める。
- ③ 通信可能になったら、新たな台帳に書き込まれた履歴やデータ等を元の台帳にマージする。この時、新たに作成した Channel は不要になるため削除する。

以上のようにすることで運用を継続することはできるが、全体の Channel で運用されているトランザクションは届くことがないため、その後の状況の変化については知ることはできない。例えば、新たな物資の配給の希望調査があったとしてもシステムを通じて知ることはできない。一方で、自身が既に管理している情報を元にした処理は可能である。例えば、物資を避難者や近隣住民に配給し、その状況を記録することは可能である。切断されている間、不正に受給しようとする避難者がいた場合、その Channel 内で把握できることであればその場で判断が可能である。一方で、その他の Channel と突き合わせなければ分からない場合は、不正な処理も一時的に可能であるが、データは記録されるため復旧の後にそれを見つけることが可能となる。

4. まとめ

災害時の影響による通信遮断が起こってしまうと、必要な物資要請や情報のやり取りが困難になる。また、指定避難所に避難しなかった被災者は物資に関する情報を得にくい。本稿では、これらの課題解決のために、時間的・空間的不連続性の元のデータ共有を可能にする災害時情報共有システムを提案した。BC の耐障害性や透明性といった特徴を生かすことで、従来の災害時情報共有システムよりも安全性が高い状態でやり取りを行えると考えられる。今後は通信遮断後から復帰までの詳細な設計等を検討していく。また、DTN で考えられているように、データ転送の仲介を行う移動ノードを設け、全体で管理されている Channel の状況の中継することも考えられる。

参考文献

- [1] 総務省, “通信インフラへの被害”, 平成 23 年版情報通信白書, <https://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/whitepaper/ja/h23/html/nc111100.html>, (最終閲覧日: 2024 年 5 月 10 日).
- [2] 総務省, “避難所開設期における避難所外避難者の把握・支援等”, 災害時の「住まい確保」等に関する行政評価・監視—被災者の生活再建支援の視点から—結果に基づく勧告>, https://www.soumu.go.jp/menu_news/s-news/hyouka_200331.html, (最終閲覧日: 2024 年 5 月 10 日).
- [3] 内閣府, “国の物資支援について”, 防災情報のページ, <https://www.bousai.go.jp/taisaku/hisaiyagyousei/push.html>, (最終閲覧日: 2024 年 5 月 17 日).
- [4] 佐藤 沙央, 大和田 泰伯, 高井 峰生, 前野 誉, 小口 正人, “分散環境の避難所物資管理支援システムにおける DTN を活用した物資リクエスト処理方法の検討”, DEIM Forum 2019 17-3 (2019).
- [5] IBM, “Hyperledger Fabric とは”, <https://www.ibm.com/jp-ja/topics/hyperledger>, (最終閲覧日: 2024 年 5 月 21 日).
- [6] 塩崎, 長谷川, “妊産婦・乳児救護所におけるブロックチェーンを用いた情報連携法の提案”, 情報処理学会第 86 回全国大会, 6G-01, Mar. 17 2024.