

Art
Blockchain
Network

The White Paper

Soon to be the norm, infrastructure for art.

01	Startrail のビジョン	002
02	このホワイトペーパーの概要	004
03	Startrail が取り組む課題	005
	3.1. 作品の出所と来歴の担保	005
	3.2. 新たな流通管理手法への対応	005
	3.3. システムのアップグレードバリエーションとインターオペラビリティ	006
04	Startrail について	007
	4.1. Startrail によるソリューション	007
	4.2. Startrail の仕組み	008
	4.3. Startrail の機能	012
	4.4. 作品取引のフロー	015
	4.5. 他ブロックチェーンプロジェクトとのインターオペラビリティ	016
	4.6. プライバシーへの配慮	016
	4.7. 信頼性の管理	017
05	技術概要	019
	5.1. イーサリアム	019
	5.2. 設計	019
	5.3. プライバシー対策	021
	5.4. セキュリティ	022
	5.5. サポート	023
06	他ブロックチェーンプロジェクトとのインターオペラビリティ	025
	6.1. インターオペラビリティの必要性	025
	6.2. 他の来歴管理ネットワークとのインターオペラビリティの実現	025
	6.3. Startrail 来歴を利用するプロジェクトとのインターオペラビリティの実現	027
07	Startrail のガバナンス	028
	7.1. Startrail の目指すネットワーク像	028
	7.2. Startrail 協議会	028
	7.3. ガバナンストークンの役割	028
08	法的関係の整理	030
	8.1. Startrail 協議会と、Startrail 参加企業・その利用者（アーティスト、オーナー）の関係性	030
	8.2. アーティストとオーナー、オーナー間関係性	030
	8.3. アーティストとハンドラーの関係性	031
09	ロードマップ	032
10	チームとアドバイザー	033
	参考文献	034

01

Startrailのビジョン

Startrailはアート業界の信用担保とさらなる発展を支えるインフラストラクチャーで、スタートバーン株式会社が設計・管理し、その運営は、公益性を担保するために近日中に設立されるStartrail協議会が行います。

プロジェクトの発端は、2006年、テクノロジーを活用してアートのインフラストラクチャーを創る構想を発表したことにあります。当初は、作品の二次流通時にアーティストへ売買価格の一部を分配する還元金の仕組みを提供することで、とかく取引価格のマッチングがされにくい新人アーティストの作品の流動性を高め、活躍の機会を増やすことを目的としたアートプロジェクトでした。つまり、将来、二次流通時に還元金を得られることを前提とすることで、初期価格を抑えることが可能になり、購入者とのプライスマッチングの確率が高まるという理屈です。

しかし、そもそも美術作品には、個人売買から中小・大手機関を経由するものを含めた様々な取引の経路が存在し、売買以外にも展示や批評、鑑定などの多くの価値付けプロセスが存在します。また、アートはグローバルな営みであり、小さなコミュニティでその生涯を終えるものから、国や時代を横断して価値評価がされるものまで多種多様です。美術作品の流通をトレースし、価値を担保し、過去を遡って収益の還元を行うには、究極的にはその全てのステークホルダーが繋がる仕組みが必要です。さらに、還元金の話ひとつを取っても、二次流通の流動性を低下させるといった意見もあり、画一的なルールを全ての参加者に適応する仕組みには限界があります。ここにあげた例はほんの一部であり、アート業界を担うあらゆるステークホルダーのニーズに応えるには多くの超えるべきハードルが存在しました。

ところが、これらの課題に対峙して10年以上が経った頃にブロックチェーンのテクノロジーが登場し、プロジェクトの未来に大きな可能性が拡がりました。ブロックチェーンを活用すれば、あらゆるステークホルダーが顧客のプライバシーやそれぞれのブランドを充分に保ったまま、アート産業全体にとって有益な情報を共有することが可能に

なります。そして、それぞれの利用者が自身の希望する流通・価値付け方法をカスタマイズすることで、無所属の新人アーティストから大手ギャラリーや大手オークションハウスで取り扱われるトップアーティストまで、全ステージのアーティストの作品を分け隔てなく扱い、長期に渡って作品の価値担保・継承を可能にします。還元金の設定は、これに該当する法律が施行されていない国でも任意で行うことが可能で、更にマネジメント層がアーティストに代わって設定することも可能になります。さらに、細分化されたニーズに合わせ、変化する環境に常に対応しながら、それぞれの利用者にとっての流通の最適解を模索することができるよう設計出来ます。これはアーティストに限らず、ギャラリーやマネジメント層、コレクター、ディーラー、批評家、学芸員、鑑定人、美術館、オークションハウスといったアートの価値付け、価値担保、価値継承に関わる全ての者にとって価値あるインフラストラクチャーになり得ることを示します。

このようなブロックチェーンの可能性を最大化するためにStartrailはデザインされました。当初はアーティストへの還元金の実現への向き合いから始まり、そのために作品の生涯を通して関連するステークホルダーが相互に繋がる仕組みを追求し続けたことで、結果的に著作権管理や流通管理にも適用できる理想のインフラストラクチャーへと繋がりました。初期プロダクトはスタートバーンによって構築されますが、運営はStartrail協議会を経由して、「脱中心的」に行われることを想定しています。目指すは、「たとえスタートバーンと初期運営者が世の中から消えたとしても残り続ける、アート業界全体にとって持続可能かつ必要不可欠なインフラストラクチャー」の構築にあります。

アートは現生人類の登場、あるいはそれ以前からの人類の営みであり、産業としても250年もの間、成長し続けている極めて特殊な業界です。そんな素晴らしい業界の、この先の更なる発展と価値の継承に寄与出来ることを願います。

ここに記すStartrailの設計は、現時点において考えうる最高のものと自負しますが、あくまで来たるべきプロッ

クチェーン時代に向けた第一歩であり、今後関わるプレイヤーとともにアップデートと拡張を続けていくものです。ブロックチェーンのテクノロジーがもたらした可能性を最適・最大限に活用し、業界全体の発展を目指した「脱中心的」

なインフラストラクチャーのより良い運営を目指し、尽力することをここに誓います。

スタートバーン株式会社代表取締役 Startrail 発起人
施井 泰平

02

このホワイトペーパーの概要

オンライン市場を含めたアート市場が拡大を続ける一方で、贋作の混入が深刻な問題となり、美術作品の信頼性担保や価値証明を困難にするだけでなく、二次流通市場における作品の著作権管理などもほぼ不可能になっています。この原因は、流通する美術作品の出所と来歴という、信頼性の根幹を管理するシステムの整備が不十分であるからだと考えます。(3章)

Startrailは、ブロックチェーン技術を活用して、美術作品の所有権および来歴の管理と、作品の二次流通管理を、過去から未来にかけて柔軟にかつグローバルに行うことのできる、アート業界のインフラストラクチャーです。まず、作品をStartrailに登録することで、作品証明書がブロックチェーン上に発行され、作品所有者の所有権証明と来歴記録が可能です。さらに、これらの情報を活用し、作品の二次利用(二次創作を含む)における著作権管理やエディション管理、還元金*1の授受などを、スマートコントラクト*2を用いた契約の自動実行プログラムによって可能にします。これにより、作者である「アーティスト」と、作品を扱う「ハンドラー(ギャラリーなどのアート関連事業者や非営利のアート関連機関がこれに含まれる)」双方の意向がマッチングする形で、作品の流通・管理ができるようになります。さらにこのようなブロックチェーン技術を利用した情報管理を行うだけでなく、市場の変化や技術の発展に継続的に適応し、グローバルで包括的なインフラストラクチャーの構築を目指すべく、独自のガバナンスによるアップグレードビリティと、他プロジェクト/ネットワークとのインターオペラビリティを実現します。(4章)

Startrailでは、技術情報の信頼性とシステムの公共性を担保するためにパブリックブロックチェーンを採用しています。パブリックブロックチェーン上の情報は基本的に公開情報となるため、プライバシーに関する懸念は往々にして議論的になります。しかしながら、Startrailではブロックチェーンに記述する情報の取捨選択・オフチェーンストレージとの連

携と、Startrailアカウント1つに対する複数ウォレットの所有許可により、この問題を解決しました。また、ブロックチェーンと実世界の境界面で発生する、記述データの信頼性に対する問題は、同じく議論の対象になりますが、Startrail参加者に対する適切な認証の実施とガバナンスによる悪意あるユーザーの排除、デジタルデータ自体をブロックチェーンに記述する方法の確立により解決しています。(4章)

Startrailで使用されるイーサリアム・ブロックチェーンは、上記のような公共性と契約の自動執行を兼ね備え、今日世界で広く利用されているパブリックチェーンです。Openzeppelin SDKが提供するERC721の規格を用いることで、他プロジェクトやウォレットとの接続性や、開発の容易さを実現しました。また、ブロックチェーンを利用する際に発生する取引コストであるGAS代金*3を削減する工夫として、プラットフォーム側がGAS代を肩代わりする仕組みや、データの保存方法を適切に切り替える仕組みを採用しています。そして、セキュリティ対策として、アクセス権限の管理や秘密鍵の管理などを適切に検討し、導入しています。(5章)

最後に、Startrailがアート業界における他のブロックチェーンアプリケーションと異なる点は、来歴管理を容易に行うことや作品の公開・流通に関するルール設定、そして還元金を受け取ることができるオプションの提供だけではありません。ガバナンストークンをベースにしたガバナンスを採用し、合意形成に基づいた情報の更新を可能にしたこと(7章)、さらに、同じイーサリアムネットワーク内でのプロジェクトの相互運用や、ゲートウェイ企業*4による他ブロックチェーンとの作品証明書の行き来を可能にしたこと(6章)。それに加え、開発主体であるスタートバーンが、アート業界に対する敬意を表し、これまで培ってきた業界のブランドや信頼性を保存しながら新しい価値を提供していく、という姿勢でこのインフラストラクチャーを作り上げているのです。

Notes

- *1 4.3.4. 参照。
- *2 5.1. 参照。
- *3 4.3.4. 参照。
- *4 5.1. 参照。

03

Startrail が取り組む課題

McAndrew (2019) によると、2018年の全世界アートマーケットの売上高は前年比6%増の約674億ドル(約7兆円)に達し、その規模はオンライン市場を含め拡大を続けています。他方で贋作の混入は未だ深刻な問題であり、例えばFine Art Expert Institute (FAEI) *5は、現在流通している美術作品の50%は贋作であるという調査結果を2014年に発表しました。贋作の混入はアート業界全体の

信頼に悪影響を及ぼすのみならず、二次流通市場における作品の著作権管理なども極めて困難にしています。この解決を目指しブロックチェーン技術の耐改ざん性を活かす試みは既に存在しますが、多種多様なプロジェクトが展開している現状であるため、業界内の全当事者を満足させかつ他プロジェクトとの互換性を有するようなネットワークの開発が急務であると考えます。

3.1 作品の出所と来歴の担保

流通する美術作品が本物であるか(出所)、これまでどのような人々の手に渡ってきたか(来歴)、これらの正確な記録はアート業界に対する信頼の基礎であるにもかかわらず、作品取引における贋作の混入は未だ深刻な問題であり続けています。その主な原因には、現在の取引が、偽造や改ざんが容易かつ統一的な規格や管理手法も確立されていない紙の証明書に依存している点が挙げられます。この場合の証明書は十分に証明書たり得ず、結果として作品の出所と来歴は都度専門家が時間をかけて鑑定することによって担保せざるを得ません。また、このような現状に対する課題意識はもちろんのこと、私達の取り組みはアート業界の成長と変化にも深く関係しています。世界のアートマーケットに

目を向けたとき、2018年の売上高は前年比6%増の約674億ドル、取引数は2008年以来最高となる約3,980万件を記録しています(McAndrew, 2019)。管理すべき作品の金額と量が大きくなる程にそれらの出所と来歴は複雑化し、伝統的な手法で情報の正確さを担保することは一層困難になることでしょう。そして、テクノロジーの発展が及ぼす影響も見逃すことは出来ません。複製技術の向上に加え、複製可能な形式で流通する作品の拡がりという大きな潮流に合わせ、今後はその管理にも相応の技術が求められます。以上の背景から、作品の出所と来歴の担保は、アート業界の信頼性維持・向上のためにStartrailが取り組むべき喫緊の課題であると考えます。

3.2 新たな流通管理手法への対応

作品の出所と来歴の担保は、現時点の制度に基づいたアート業界の信用に貢献するだけではありません。例えば、美術作品が二次流通市場での販売を繰り返す度に売上額の一部を制作者に還元する追及権(Resale-Rights)の制度は、現在その是非について様々な観点から議論されていますが、主要な反対意見の1つとして作品の出所と来歴を含む取引記録のモニタリングに多大なコストがかかる点が指摘されています(Ginsburgh, 2005)。また、ある作品の所有権を小口に分割してそれらを個別に取引する分割所有(Fractional Ownership)の提案に関しても、対象となる作品及び分割さ

れた所有権の出所と来歴をどのように担保するかは取り組むべき課題です。さらに、管理コストの都合上、これまで二次流通以降での適切な遵守が困難であった著作権や取引ルールも、出所と来歴の記録に付帯した管理によって実用性が大きく高まることでしょう。このように、出所と来歴の担保は現時点の制度にはまだ存在しない新たな流通管理手法を確立するための土台でもあり、よってその実現は今までに無い芸術・文化の発展につながる可能性を秘めています。このような将来を見据え、新たな流通管理手法に対応出来る設計を組み込んだインフラストラクチャーの開発が必要であると考えます。

3.3 システムのアップグレードビリティと インターオペラビリティ

作品の出所や来歴を担保して来たるべき新たな流通管理に備えるという発想は、確かに重要である一方、決して目新しいものではなく、近い目的を持つ美術品管理・取引用のオンラインプラットフォームは特に2010年代前半以降から盛んに開発されてきました(Hiscox, 2015; Hiscox, 2016; Hiscox, 2017)。そして特に最近の提案には、Startrailと同様に作品情報の改ざんを防ぐためにブロックチェーンを活用するものも含まれています(Deloitte, 2017; Hiscox, 2018; Hiscox, 2019; McAndrew, 2019)。これらの動向はアート業界にとって一見好ましく感じられますが、私達はそこにも課題が存在すると考えています。1つは、必ずしも全ての提案がアート業界の構造を踏まえたものになっていない点です。アート業界は、流通する作品の価値が美術の文脈に沿って評価されるよう、単純に中間取引を減らせば効率化出来る訳では決してない独特の構造に依拠しています。この構造を踏まえて各関係者のインセンティブを考慮した設計を行わなければ、共通のインフラストラクチャーとしての普及は困難でしょう。もう1つは、乱立するプラットフォーム間で規格が十分に統一されていない点です。特定のプラットフォーム内でのみ作品管理が出来る状態では利便性の低下は避け

られず、さらに言えば、独自規格が乱立した結果オンラインアートマーケットそのものが飽和状態となる可能性も危惧されます*5。このような現状において、オンライン化を通じた利益を広く行き渡らせるためには、アート業界における各プレイヤーのインセンティブや将来登場する新たな技術に合わせて出所・来歴に付帯するルール設定や登録情報のフォーマットを適切に変更出来ること(アップグレードビリティ)、そして同様の試みを行う他のプラットフォーム間で記録の受け渡し出来ること(インターオペラビリティ)は欠かせない条件であると考えます。

本章では、Startrailが取り組む3点の課題を示しました。作品の出所と来歴の担保はアート業界の信頼性を高め、新たな流通管理手法への対応はその信頼性を前提とした様々な応用を実現し、システムのアップグレードビリティとインターオペラビリティは現在のアート業界にStartrailの自然な導入を促します。課題解決の結果形成される統合的なデータベースは、新規コレクターの開拓や金融事業者の参入促進などを通じてマーケットの活性化に貢献することはもちろん、美術館に代表される公的機関にとっても収蔵作品の選定や貸借への利用が期待出来るなど、アート業界全体に様々な恩恵をもたらすことでしょう。

Notes

- *5 http://artdaily.com/index.asp?int_sec=11&int_new=73562#XU50LJP7QWq (2019年8月9日閲覧 accessed August 9, 2019) また Deloitte (2017) によれば、美術取扱業者の81%と資産管理人の83%が、不明確な出所と来歴が引き起こす贋作や作品偽造の問題が市場の信用を毀損する最大の要因であると回答している。
- *6 実際に Hiscox(2018, 2019) によれば、オンラインアートマーケットの前年比成長率は近年その伸び率は減少傾向にある。

04

Startrailについて

4.1 Startrailによるソリューション

3章で取り上げたアート業界における課題をStartrailによって解決し、またアート流通に対して新しい可能性を提供することを目指します。Startrailは、ブロックチェーン技術の活用により以下の3つの柱を備えた、美術作品取引の信用担保と、その更なる発展を支えるインフラストラクチャーです。

① 作品の出所と来歴の担保

作品をStartrailに登録することで、作品情報や作品の取り扱いルールを定めた作品証明書がブロックチェーン上に発行されます(4.2.2)。これにより作品の所有者は、所有権の証明と来歴の記録が可能になります(4.3.1)。

② 新たな流通管理手法への対応

さらに、作品証明書の発行は、作品の二次流通の管理や著作権の管理をも可能にします。ハンドラー*7と呼ばれる、美術作品を扱う事業者や機関は、作品ごとに発行される作品証明書と対になる形で、ハンドラーの基本情報やそこで

の作品の取り扱いルールを定めたハンドラー登録書を発行できます(4.2.3)。作品証明書に記載された取り扱いルールと、ハンドラー登録書に記載されたルールを照合することで、アーティストの意思を尊重しながらハンドラー独自の市場特性に沿った作品の取り扱い・事業運営を行うことができます(4.3.2)。

これらブロックチェーン上に記載されるルールセット(複数のルールの集合)は、作品が二次流通市場で流通した後も、作品証明書上の所有権の移転と共に取引者間で引き継がれ、作者と現所有者間の双方の合意があれば変更可能な仕組みになっています。これにより、適切な還元金*8の分配(4.3.4)や分割所有などへの適用(6.3)も可能になります。

③ システムのアップグレードビリティとインターオペラビリティ

Startrailは、ブロックチェーン技術を取り入れることで、特定の管理者の存在なくして、所有権の証明と来歴の記録を可能にするインフラストラクチャーである一方、市場の変化や技術の発展に継続的に適応するため、参加者の合意形

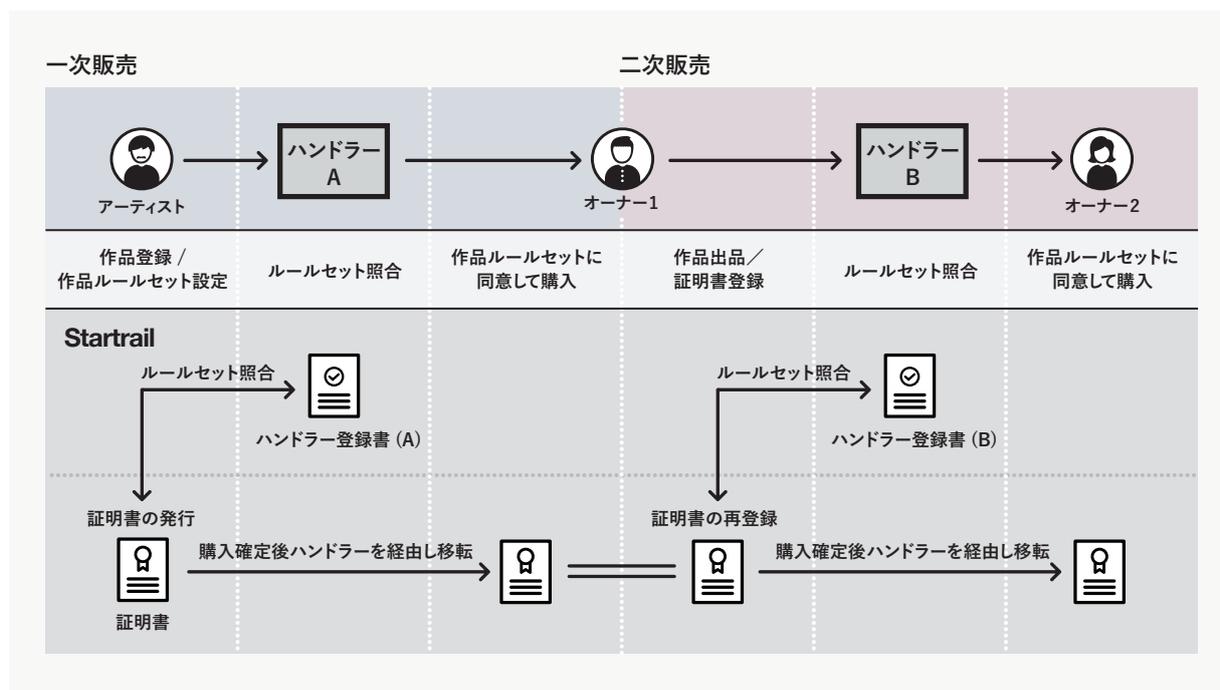


図1: Startrailの全体像

成に基づくガバナンスの仕組みを取り入れることで適切な拡張、更新を可能にしています(7章)。また、今後世界中のアート業界を繋ぐという目標の下、様々なプラットフォームやサービスが容易にStartrailへ参画できるようなオープンAPIの開発に加え、他のブロックチェーン上に作られた証明書発行や来歴管理、分割所有などの関連プロジェクトとの相互運

用を可能にしています(4.5, 6章)。

全体を通して、Startrailの設計思想において特に重視されているのは、特定の思想に基づくルールを参加者全員に強制するのではなく、各参加者間での自由度の高い条件設定・合意形成を、透明性と耐改ざん性を以って行うことのできる包括的なインフラストラクチャーを目指すということです。

4.2 | Startrail の仕組み

4.2.1. Startrail の構成と用語の整理

Startrail の構成

Startrail の構成は以下の模式図のようになっています。

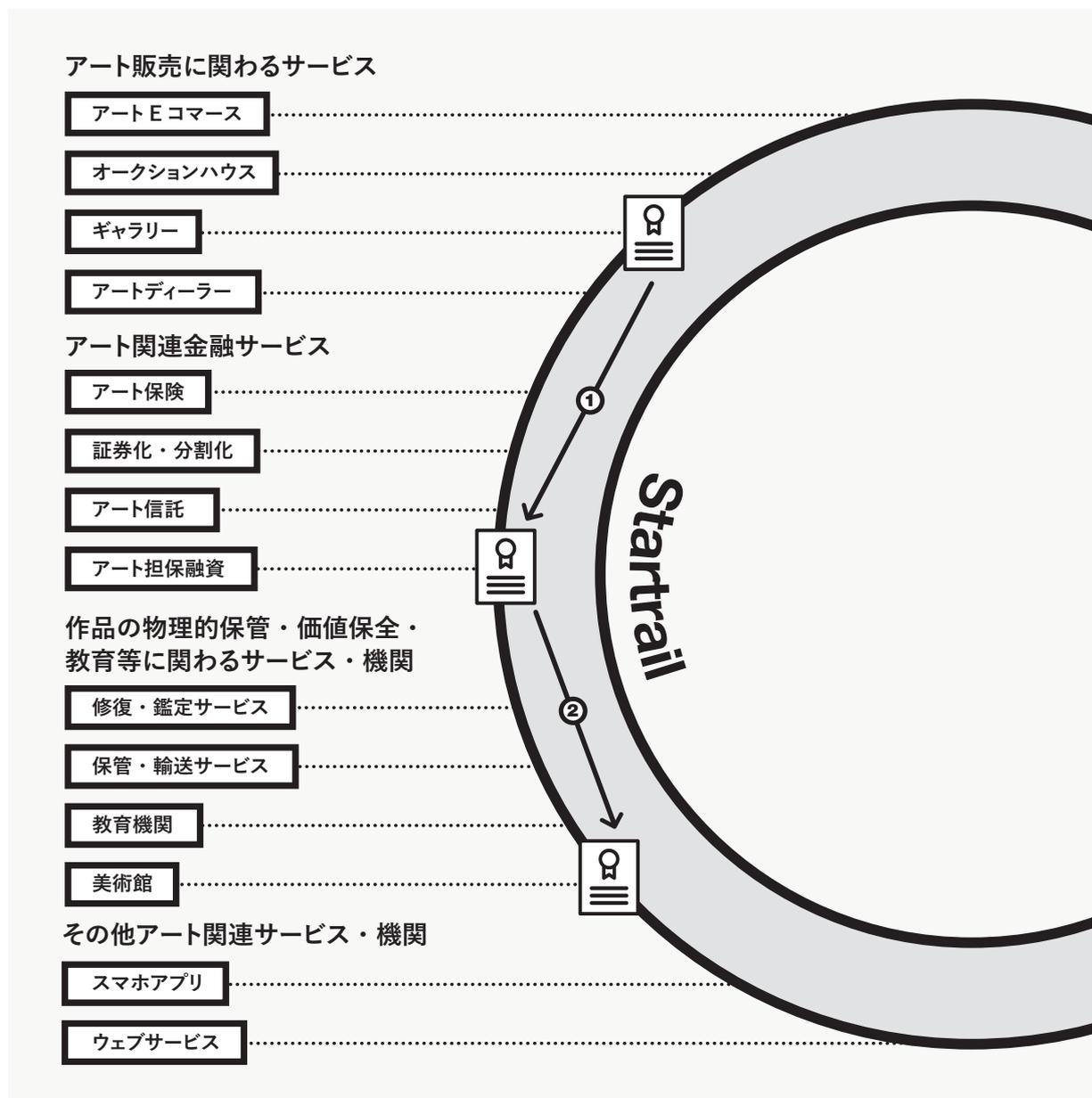


図2: Startrail の構成図

用語の定義

Startrail で用いられる用語の説明を以下に記します。

表 1: Startrail の説明に用いられる各用語の定義

Startrail	美術作品の登録・来歴管理・流通/著作権管理支援・収益分配のためのネットワーク
Startrail 参加者	Startrail ネットワークに参加する各種ユーザー。以下のA~Cで構成される。
A. プラットフォーム	Startrail 協会から認証を受けることで、Startrail に直接システムを接続し、美術作品を扱う各種のハンドラーをその上に展開(作成) することができる参加者。
A'. ハンドラー	プラットフォーム上で、Startrail エコシステムにおけるアート関連の様々な機能を提供する参加者。Startrail 上での作品証明書の移転や来歴の追加などの役割を担う。後述する Startrail 上のハンドラー登録書は、各ハンドラーに対して1セット発行される。 アートの販売に関わる事業者…ギャラリー、アートEコマース、アートディーラー、オークションハウス アートの物理的保管・価値保全・教育などに関わる事業者…美術館、教育機関、修復・鑑定サービス、保管・輸送サービス アート金融に関わる事業者…美術品保険を手がける損害保険会社、美術品信託会社、アート担保ローンを提供する金融機関、投資関連会社など
B. アーティスト	作品の作者として、自身の作品を Startrail に登録する参加者。自身で創作した作品の著作権者であり、Startrail 上での著作権ライセンスなどに関するルール設定を行うことができる。また作品流通に伴う還元金が発生する場合はその受け取り権利者にもなる。アーティストは本人の場合もあれば、アーティストから委託を受けた代理人(マネジメントギャラリーなど) の場合もある。
C. オーナー	法人・個人を問わず、アートを売買・譲渡により所有する参加者。Startrail 上での各作品の所有者となる。アーティストが作品を所有している場合、オーナー=アーティストになる。

4.2.2. 各作品に対して発行される作品証明書

Startrail に登録される各作品には、作品ごとに一つの作品データと「関連アカウントデータ」が含まれます。以下では、作品証明書が発行されます。作品証明書には、大きく分けて「それぞれで記載されている内容について解説を行います。」

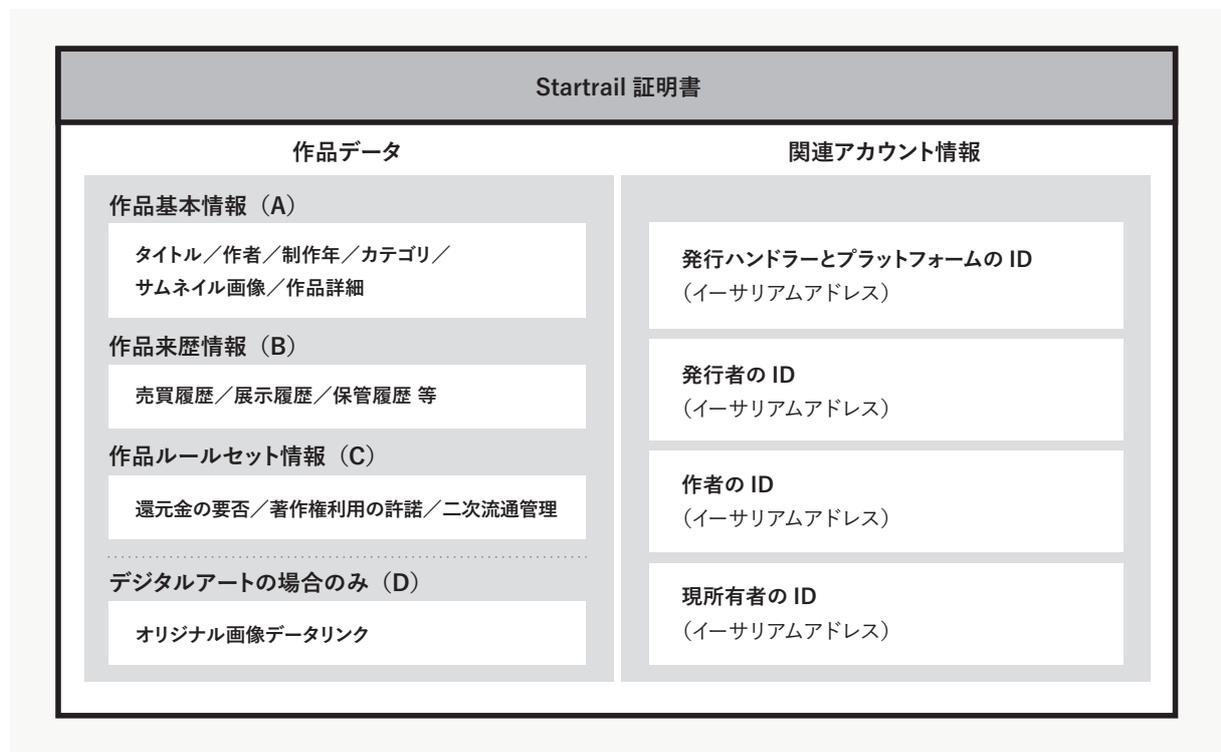


図 3: 作品証明書に含まれる内容

作品データ

A. 作品基本情報

各美術作品に関する基本的な情報が記録されます。従来の紙の証明書にも記載されていた、「作品タイトル」「作者名」「制作年」「技法」といった内容^{※9}を含む他、作品が二次流通市場に出品された後に、真贋鑑定のために参照することができるような、作品登録時点での作品そのものに関するデータ(2D・3D画像、スペクトルデータ、その他真贋判定に有効なデータなど)へのリンクも記録できる設計となっています。これらの作品基本情報は、原則として作品の流通以降も変更の必要がない情報です(作者による追加の言語対応や詳細情報の追記は可能)。

B. 作品来歴情報

各美術作品の来歴情報が記録されます。来歴情報は、何らかの取引が行われた時点で記録される情報で、その取引が行われた日時、ハンドラー名やその取引種別(プライマリー取引、セカンダリー取引、オフライン取引など)、場所、所有者IDといった下記の情報が書き込まれます。また売買情報に限らず、作品の受賞歴や修復の記録なども含まれます。既に二次流通市場で取引されている作品など、それ以前の紙の証明書・来歴情報などが存在する場合には、それらの情報を電子ファイル化した上で、そのリンクを非公開情報として記録することが可能です。

タイムスタンプ	ハンドラー	カテゴリ	ロケーション	所有者 ID	鑑定書 	...
2018.10.22	Gallery A	sales	New york	0x7fc...B97e300	www.abc.jp/xpdf	...
2019.3.21	Auction B	sales	Tokyo	0x8b...Cb8b533	www.abc.jp/xpdf	...
2019.6.5	Museum C	exhibition	Tokyo	0x8b...Cb8b533	www.abc.jp/xpdf	...

図 4：作品来歴情報に記載される内容

C. 作品ルールセット情報

作品ルールセットに関する情報が記録されます。作品ルールセットには、作品の二次流通に関連して作者(またはその代理人)が設定する取り決めや、作品所有者に認める著作

権のライセンスに関する情報を記述することができます。作品ルールセットで設定できる流通・著作権管理に関連する項目の例を以下で紹介します。

Startrail 証明書	
二次流通に伴う還元金 <input type="checkbox"/> 不要 <input type="radio"/> %必要 <input type="checkbox"/> 受け取らない(発生する場合も)	作品所有者に認める著作権上の利用許諾 作者(もしくは作者から認証を受けたマネジメント)がカスタマイズ可能 <ul style="list-style-type: none"> ・ 営利/非営利(教育・研究利用/記録保管用/無料展示 他) ・ テーマ・利用目的の制限(政治/宗教/特定のテーマ 等) ・ 複製(形態) ・ 展示 ・ 改変・翻案(二次創作のカテゴリ/形態) ・ 譲渡・貸与(有償・無償譲渡 等)
販売流通管理 特定の国・地域への流通制限 特定のサービスへの出品制限 転売期間の制限	まとめて設定することも可能 (Creative Commons(6段階)の規格に合わせた規定等)

図 5：作品ルールセットで設定可能な内容例

D. 作品のオリジナルデータへのリンク

リアルアートの場合はブロックチェーン証明書によって美術作品の正当な所有権が証明されますが、デジタルアートの取引においては、ブロックチェーン上の所有権と作品データ自体へのアクセスを、よりオンライン上で直接的に紐付けて管理することが可能になります。分散型ストレージの仕組みであるIPFS (Interplanetary File System) は実用に向けた検証が行われており、将来的にIPFSの安定運用が確認された後、Startrailとの連携運用も想定しています。

作品関連アカウントデータ

各作品証明書には、その作品証明書と関連するStartrail参加者のイーサリアムアドレスが記述されます。このアドレスは、プラットフォームおよびハンドラーのコントラクトアドレス^{*10}または証明書の受け渡しに利用される外部所有アカウント (EOA) のアドレスです。EOAアドレスには、証明書の発行者、作品の作者(またはその代理人)、所有者(過去から現在にかけて)のEOAアドレスが含まれます(一部は任意記述)。

これらStartrail参加者のイーサリアムアドレスには、誰が記述した情報なのか、還元金や利用料などが発生する場合、誰がそれを受け取れるのか、誰が作品ルールを改定(または承認)できるのかを管理する役割があります。

作品証明書の発行

作品証明書の発行には、2つの発行方法があり、理想的

には作者自身(難しい場合には、作者から直接委任を受けた代理人)が発行します(=「プライマリー発行」)

それは、著作権ライセンスや還元金受取のルールを設定可能であるためと、作者のイーサリアムアドレスを紐付けることが可能であるためです。これにより、他の参加者はその作品の信頼性が高いかどうかを判断できます。

もう1つの方法は、現存する二次流通している作品のStartrailへの登録です。これらは、オーナーや流通関係者によって既に所有されています。このような二次流通作品は、オーナーや流通関係者が作品証明書を発行します(=「セカンダリー発行」)。なお、セカンダリー発行では作者本人の認証を伴わないため、作品ルールセットの設定を行うことができず、作者のイーサリアムアドレスとの紐付けも行うことができません^{*11}。

このセカンダリー発行は、今日のアート業界において、オークションハウスが二次販売の目的で販売証明書を発行したり、美術館が保管の目的で収蔵品登録証明書を発行したりするような実情を反映しています。また、文化遺産としての美術作品のデジタルアーカイブの必要性がより認識されている中、美術館などの公共的な作品所有者がまとめて作品情報を登録することで、公共財としての性格も持つアートの保全に繋がっていきます。さらに、既にコレクションを多数有するオーナーに対しても、作品情報の管理に新たなインフラを提供します。

4.2.3. Startrail 上の各ハンドラーに対して発行されるハンドラー登録書

作品証明書と対になる存在として、Startrailに接続する各ハンドラーは「ハンドラー登録書」を設定・発行します。このハンドラー登録書は、Startrail上における各ハンドラーの登記情報のような役割として、ハンドラーの所在地・運営者などのハンドラーに関する基礎情報をユーザーに示す役割を担うと同時に、ハンドラーの様々な運営ポリシーを表明・運用するための役割も担います。

アーティストが、自身の作品の扱われ方を「作品ルールセッ

ト」で設定できるのと同様に、各ハンドラーは、ハンドラー登録書上の「ハンドラールールセット」によって取り扱う作品に求める諸条件や、自発的な還元金の設定についてのポリシーを定めることができます。この「ハンドラールールセット」と「作品ルールセット」の内容が、作品証明書・ハンドラー登録書にそれぞれ記載されている内容と一致しているかを照合する仕組みによって、アーティストと流通事業者双方の意向を尊重したマッチングを提供します。

Startrail 証明書	ハンドラー登録書
作品基本情報 (A) タイトル/作者/制作年/カテゴリ/ サムネイル画像/作品詳細 等	作品基本情報 (a) ハンドラー名/運営者/国籍/ カテゴリ/免許情報 等
作品来歴情報 (B) 売買履歴/展示履歴/保管履歴 等	ハンドラー来歴情報 (b) ハンドラー諸情報変更履歴/ルールセット変更履歴 等
作品ルールセット情報 (C) 還元金の可否、著作権利用の許諾、二次流通管理	ハンドラールールセット情報 (c) 還元金付与の有無、受け入れる作品の条件

図 6：ハンドラー登録書に含まれる内容（作品証明書との比較）

ハンドラー登録書

ハンドラー登録書には以下の a~c の要素があります。

a. ハンドラー基本情報

Startrail 上における各ハンドラーの登記情報。ハンドラーの所在地・運営者などの基礎情報を含みます。

b. ハンドラー来歴情報

ハンドラーのルールセットの変更履歴などのハンドラーに関わる来歴情報。

c. ハンドラールールセット情報

ハンドラーが設定する、運営・作品の取り扱いに関するポリシー（ルールセット）を示す情報。自社で定める利用規約とは別に、Startrail 上の作品の受入れ・取り扱いのポリシーをブロックチェーン上に表明するものとなります。具体的には、取引に伴う還元金付与の有無（有りの場合はその取引金額に対する割合）、受け入れる作品の証明書に求める条件などを含みます。作品証明書の内容 A~C と照合することで、作品の取り扱いをスマートコントラクト^{*12}により制御することが可能となります^{*13}。

4.3 Startrail の機能

4.3.1. 来歴管理

贋作の流通を防ぐという点で、作品の来歴管理は極めて重要です。また、美術作品の価値は真贋や作者に限らず、その作品が辿ってきた歴史的な経路によっても形作られるということが知られています。作品来歴は、売買履歴に限らず展示・保管・修復といった、作品の価値に関連するあらゆる来歴を包含しています。

このような作品に関する来歴は、Startrail 上に記述されます。それにより、今まで様々な場所に分散していた作品に関する来歴がブロックチェーン上に集約的に記述され、作品の信頼性担保と作品価値の醸成に寄与すると考えています。

また、現在では作品が広範囲に二次流通しているため、作品の所在地を作者自身でさえ把握することが難しく、回

顧展の開催やカタログレズネ^{*14}の網羅的な編纂に際し、来歴情報の欠落が障壁になっていました。作品来歴がブロックチェーン上に記述され、共有されることによって、人類の共通資産としての美術作品の保全が実物面でも、情報面でも行いやすくなると考えます。

来歴情報の記述は基本的に、売買・展示・修復・管理などのイベントが発生するハンドラーの単位で行われ、個人の実名や住所など、取引を行う個人の情報の単位では記述されません。これにより、来歴を記録したハンドラーの情報を書き込めるので、今までに培われた業界内のブランドや信頼を Startrail 上で反映することが可能になります。

4.3.2. ルールセットによる流通・著作権管理

Startrailでは、作品の所有権の管理に加えて、作品に関する著作権や二次流通ルールの管理が行えるように設計されています。

作品の著作権の部分的な利用許可に当たっては、これまで作者または著作権管理団体と所有者間で個別に契約書を作成・締結する必要がありました。ただ、実際には、一連のプロセスには実運営上高いハードルがあり、作者の著作権を保護した上での作品の十分な活用にとってボトルネックになっていたと言えます。また、作品の二次流通に関しても売買に関わる約束事項などを都度契約として締結するのは実運営上困難でした。

Startrailでは、最初に設定されたルールが作品所有権と共に引き継がれる仕組みとなっているため、作者が各所有者と再度個別に契約を締結する必要はありません。

この仕組みは、作者だけでなく、所有者や流通関係者に対してもメリットがあります。作者が所有者に対する許諾の範囲を事前に設定しておくことができるため、作品の所有者や流通関係者は、都度作者に利用許諾の連絡をする必要がなくなり、作品の取り扱いにかかる事務コストを削減することができるようになります。

今回使用するイーサリアム・ブロックチェーンには、スマートコントラクトと呼ばれる契約の自動実行の機能が実装されています。それにより、ブロックチェーン上で実行可否の自動判別が可能なお内容については、契約内容に応じて自動的に実行制御を行うことが可能です。スマートコントラクトによって制御可能な内容の例としては、作品の特定のハンドラーへの登録可否の判断、作品証明書の移転に関する制御、ブロックチェーン上での還元金^{*15}の契約比率に基づく分配、二次創作物/エディション作品としての関連証明書の紐付け^{*16}などが挙げられます。

4.3.3. 作品証明書間の関係性の記述

作品証明書には、他の関連性がある作品証明書との関係性を相互に参照する形で記述することも可能です。その例としては、ある作品のエディション作品に対する各証明書や、ある作品に基づく公式二次創作物の証明書などが挙げられます。

ブロックチェーン上で作品証明書間の関係性も記述することより、以下のようなメリットがあります。

- 複数存在するエディション作品の証明書の著作権は、全

一方で、著作権ライセンス関連の契約内容については、実際の実行制御がオンライン上だけではなく、実世界にも関係してくるものが少なからず存在します。

例えば、ある作品に関する展示・改変・商品化などのライセンス契約がそれに当たります。それらの契約内容については、実際に契約内容を遵守しているかどうかをブロックチェーン上のみで判別することは出来ませんが、ブロックチェーン上にライセンス許諾範囲・契約内容が明示され、その内容を確認した上で双方（作者・所有者）が合意した事実が日時を含めて記録されることで、後日確認の必要性が生じた際の根拠とすることができます。

作品の所有権の移転に伴って、新たな所有者と作者の間に新たな契約が締結される仕組み、及び作者と現所有者間によって作品ルール改定が行われる仕組みを以下に示します。

1. 作品の作者（またはその代理人）は、その作品の所有者に著作権上の利用ライセンスをどの程度付与するかという情報を「作品ルール」として証明書上に設定する。
2. 作者が設定した作品ルールはブロックチェーン上に記述され、作品流通時に作品の所有権が移転し証明書の権利者が移転するのに伴って、著作権ライセンスの権利者も同時に移転する。この際、法的には、作品の作者と新たな所有者の間に新たなライセンス契約関係が1対1で締結される形となる^{*17}。
3. 作品の所有権が既に作者から他の所有者に移転している場合、作品ルールをアップデートするためには、作者・現所有者の双方の合意が必要になる（一方から行われた提案に対して、他方が承認を行うプロセス）。

と同等に扱われるべきであり、相互に矛盾が生じない形で一括で著作権許諾の設定・管理を行うことができる。

- オリジナル作品の著作者から認められた二次創作物の認証、およびオリジナル作品を含めた収益分配の実行ができる。
- エディションの発行上限数は、作者にとっての作品の希少性担保の上で非常に重要な約束事であり、ブロックチェーン上のスマートコントラクトによって、一定数以上のエディション証明書の紐付け発行が行えないように自動制御ができる。

4.3.4. 還元金

二次流通からも作者に収益を還元する仕組みとして、還元金の仕組みが実装されています。作者は作品証明書を発行した作品が取引される度に、作品ルールセット及びハンドラールールセットに応じて還元金を受け取ることができます。

欧州を始めとしていくつかの国・地域では既に法律により追及権(Artist Resale Rights)が導入されていますが、Startrailの還元金の仕組みでは、追及権の導入国のみに限定せず、作者と作品を扱う各ハンドラー間の合意に基づく契約の形で、還元金機能を実現します。

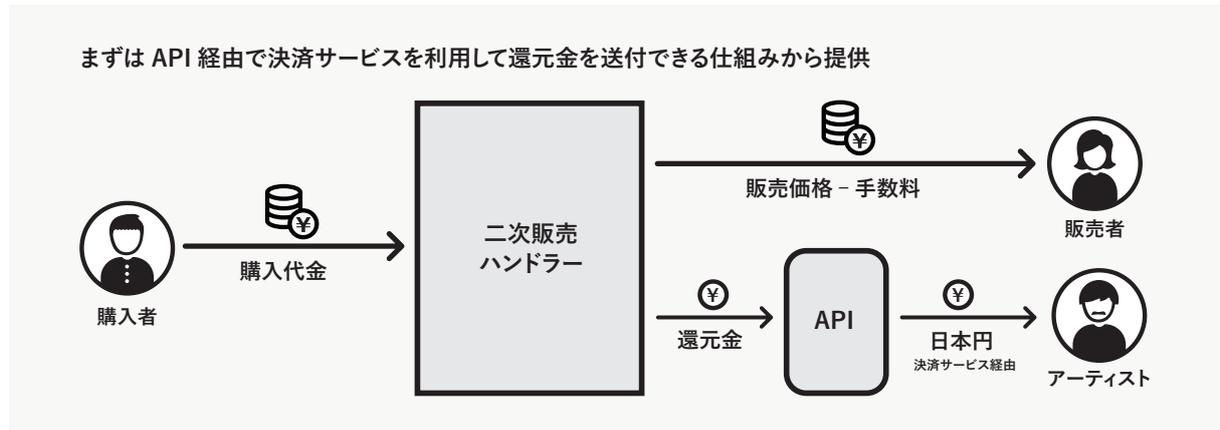


図 7: 還元金の送付スキーム (オフチェーンの場合)

還元金の支払いはオフチェーン(ブロックチェーン外)とオンチェーン(ブロックチェーン上)での送金機能を設計し

ています。オフチェーンの送金は、決済事業者の機能を導入し実現します。

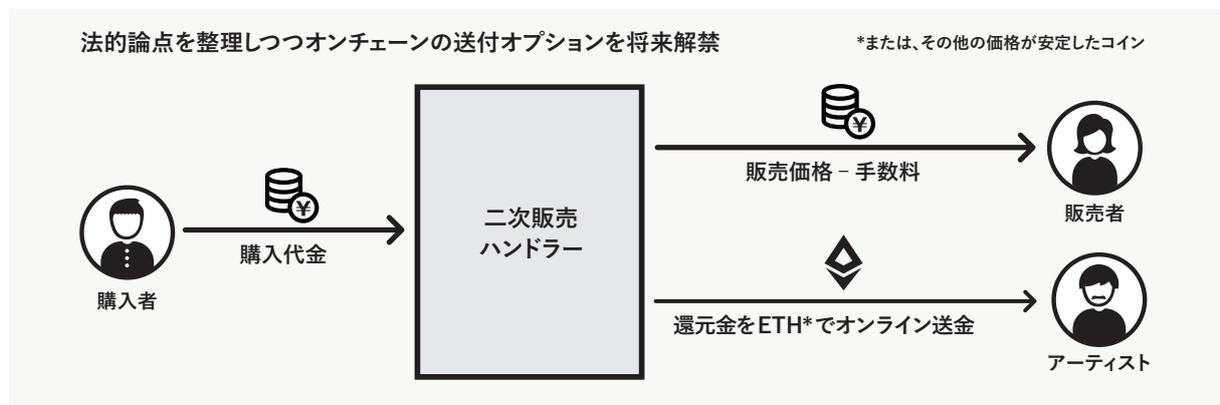


図 8: 還元金の送付スキーム (オンチェーンの場合)

オンチェーンの送金では、法定通貨からイーサ(イーサリアム上でやり取りされる仮想通貨。ETHと表記)または、ステーブルコイン(法定通貨との組み合わせなどにより価格の安定した仮想通貨)など他の価格の安定したコインへ交換することにより実現する予定です。しかし、今日の各コインのボラティリティの高さや、各国の仮想通貨送金に関する法規制の不確実性を加味し、まずはオフチェーンでの送金で運用を始めることとし、オンチェーンでの送金については将来的に実装することを計画しています。

○ 作者による各作品の還元金に関する設定

作者は事前に、作品証明書内の作品ルールセットにおいて、その作品の流通を取り扱うハンドラーに「還元金を求めるか」、「(求める場合は) 作品売買金額(※消費税などの各種税金や送料などの関連費用を除く)の何%を定めるか」を設定することができます。

この作品ルールセットにおける還元金に関する設定は、各ハンドラーの設定するハンドラー登録書内のハンドラールールセットで設定されている、「還元金率」と照合され、求める割合以上の還元金を受け取る設定を行っているハンドラー

では、作品の取り扱いが可能になります。すなわち、ハンドラーが設定している還元金率の要件に当てはまる作品のみが、そのハンドラーで扱いが許可されるということになります。

還元金制度については、導入によって流通の妨げになるのではないかという市場の懸念が存在します。Startrailの思想としては、追及権がすでに導入されている国・地域においては、その実行をサポートし、追及権が存在しない国・地域においては、作者・各サービスが自由に自身のポリシーを設定してマッチングができる仕組みを提供することで、市場原理に基づいたバランスが実行されることを目指しています。

4.4 | 作品取引のフロー

アーティスト、ハンドラー、オーナーが存在する構造の下で、作品の売買などが行われます。(売買以外に、贈与・保管・修復といったユースケースもありますが、ここでは説明を簡略化するために売買の例を取り上げます。)

○ 一般的なオンライン売買サービスでの取引

作者が作品をオンライン上の売買サービスに出品する場合の流れは以下ようになります。なお、ここでのハンドラーは売買サービスとなります。

1. 作者がハンドラールールセットに同意した上で売買サービスに作品を出品すると共に、作品ルールセットを設定する
2. 購入者は作品のルールセットに同意し、作品を購入する
3. 購入者は売買サービスに作品代金を支払う
4. Startrail上の作者アカウントからこの売買サービスの

○ 他ステークホルダーへの還元金の分配

アーティストは、自身が作者として受け取る各作品の還元金の受益権を、一部自身のマネジメントを行う代理人(ギャラリーなど)や展示施設・教育機関、また自身の制作活動への支援者など他のステークホルダーに対して、自らの設定により分配することも可能です。

それにより、アーティストが目下の活動資金が潤沢にない状況でも、制作活動・展示などを行うことを容易にし、複数のステークホルダーが連携してリスクとメリットを共有する仕組み作りを目指しています。

5. 作者もしくは売買サービスは購入者に作品を発送する
 6. 購入者が作品を受け取ったことを確認して、売買サービスのアカウントから購入者のアカウントに作品証明書が移転され、この売買サービス(一次販売ハンドラー)での売買記録が作品証明書の来歴に追加される
 7. 売買サービスは作者に販売代金を支払う
- 二次流通している作品をユーザー間で売買するケースも、基本的な流れは同じになります。作品のオーナーが売買サービスに作品を出品する際、作品ルールセットとハンドラールールセットが合致する場合に出品が可能です。さらに支払いの際、手数料と還元金を除いた代金が販売者に支払われ、還元金が作品の作者に、手数料が売買サービスに支払われることとなります。

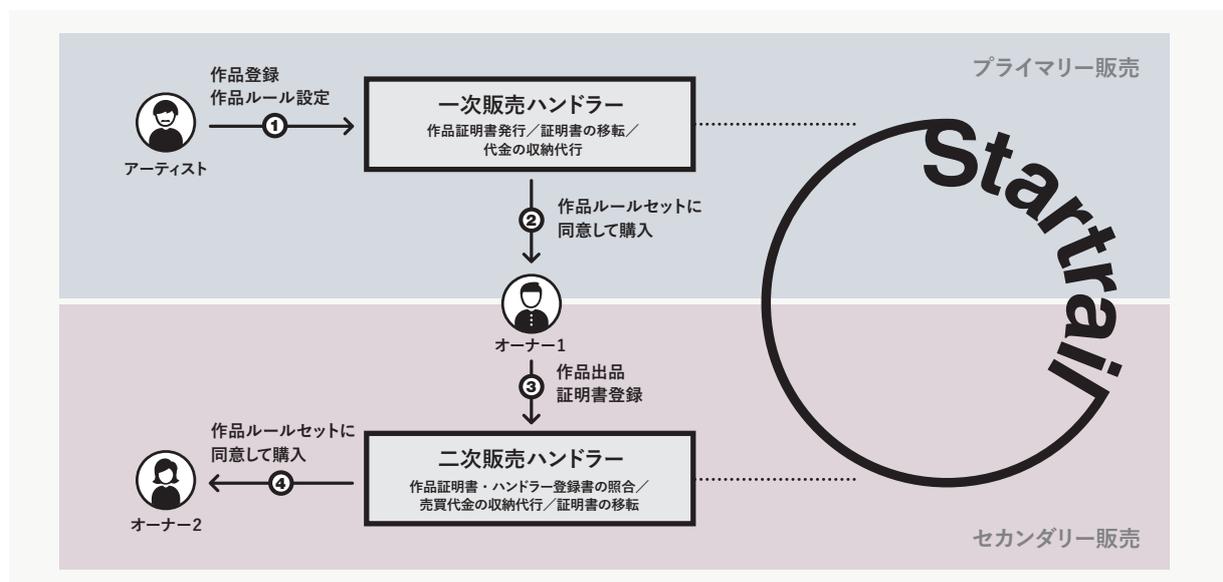


図9：Startrail上での一次・二次販売サービスを利用した販売フロー

Startrailに接続する売買サービスの例として、現在開発および取引が行われているWEBプラットフォーム「startbahn.org^{*18}」について紹介します。startbahn.orgは、アーティストとステークホルダーの関係を作品証明書で繋ぎ直すことで、健全なアートコミュニティの創造を目指したサービスです。startbahn.orgでは、アーティストやギャラリーは、制作活動の紹介や作品販売が可能なポートフォリオページにて、作品を登録・証明書を発行した上で、作品の販売が可能です。一方コレクターは、作品購入時に作品の証明書を受け取ることができ、来歴情報を確認することができます。

○ 個人間の(ハンドラーを介さない)取引

その他にも重要な取引として、ハンドラーを通さない個人間の取引にも対応する必要があります。個人のウォレット間で証明書を送付する方法に加えて、NFC(近距離無線通信規格)カードの利用による方法を提案しています。この方法では、作品証明書にアクセスするために必要な秘密鍵情報の一部を記載したNFCカードを作品と共に継承することにより、証明書の移転を可能にします。



図 10: startbahn.org におけるポートフォリオページ

4.5 | 他ブロックチェーンプロジェクトとのインターオペラビリティ

作品の情報が業界内全体で共有され、各ステークホルダーへのメリットを生むという Startrail の目的に照らすと、他のブロックチェーンプロジェクトの相互運用についても潤滑に行われる必要があります。

他のブロックチェーンプロジェクトには、来歴記録を主眼にしたプロジェクトの他、ERC721^{*19}を利用したコンテンツ売買のDApps(分散型アプリケーション)なども含まれます。連携の仕方、ユースケースについては6章にて後述します。

4.6 | プライバシーへの配慮

アート業界において、取引や所有に関連するプライバシーは非常に重要なトピックの一つです。ある作品が過去の時点でいくらで売買されたのかといった売買金額や、誰が現時点でどのようなコレクション資産を有しているのかなどの情報は、プライバシーへの配慮が必要になります。

今日では、オークション落札価格データベースが複数の

企業によって提供されるなど、テクノロジーの活用により情報の蓄積や共有は進んでいる一方で、依然としてプライバシー情報の管理は慎重に扱うべき問題となっています。Startrailは実用上の普及を目指すからこそ、様々なアート関係者の視点でのプライバシー懸念に配慮した設計がなされています。

4.6.1. Startrail に記載される情報・されない情報

Startrail上に記載され、参加者全員と共有される情報には、作品証明書の項目で示した「A. 作品基本情報」と「B. 作品来歴情報」が含まれます。作品基本情報の中でも作品タイトルや作者、制作年などの情報は必須項目として記述されますが、サムネイル画像や詳細な説明などは省略できます。

また、作品来歴情報においては、来歴の日時やサービス

提供者、サービス提供国・地域などの情報は必須項目になります。特に、サービス提供者や提供国・地域といったハンドラー自体に関する情報は、ハンドラー登録書から自動的に書き込まれます。一方、修復内容詳細・取引価格などの来歴に付随する詳細情報やオフチェーンに保存されるPDFファイルなどへのリンク^{*20}は、任意の記述項目になります。

4.6.2. 一部関係者のみに閲覧権限を与える情報の記載（秘匿化情報）

イーサリアムはパブリックなブロックチェーンであり、イーサリアム上に暗号化されずに記載される情報は、公に閲覧可能になります。一方で、Startrail上で一部の関係者間でのみ共有したい情報を、暗号化した状態で記述したり、その情報をアクセス権限が管理された外部ストレージへ保存した上でブロックチェーン上にはリンクのみを記述したりすることによって、閲覧者を限定しつつ共有することが可能になり

ます。そしてこれらは、Startrailと連携したAPIにより可能になります。ただし、暗号化して記載することが可能な情報は、来歴上の任意記述項目のみに限られます(上述の作品来歴情報のうち、来歴詳細や来歴付帯情報)。

そのようなAPIは、初期はスタートバーン株式会社によって提供されますが、Startrail協議会に認証された複数種類のAPIが複数の事業者によって提供されることも想定しています。

4.6.3. 複数イーサリアムアドレスの使用の許可

Startrailにおいて、ハンドラーやアーティストのイーサリアムアドレスは、上記の認証の必要性から、一意に定まっている、もしくは複数のアドレスである場合全て実在の個人/法人との紐付けが行われている必要があります。

一方で一般の参加者(オーナーなど)については、プライバシーの保護が重要な点となります。仮に、1人1つのイーサリアムアドレスの保有しか許可されていないとすると、そ

の個人の保有資産、売買履歴が公開されてしまいます。それを防ぐ目的で、Startrailでは1人の個人が複数のイーサリアムアドレスを保有し利用することを許可しています。どのイーサリアムアドレスがどの個人に紐付いているかを認識・管理しているのは、アドレスの所有者本人と、ユーザーが直接登録・利用する各ハンドラーのみであり、個人とイーサリアムアドレスの紐付けがStartrail上に公開されることはありません。

4.7 | 信頼性の管理

Startrailは単一の管理者により管理・認証されている組織ではなく、透明性と耐改ざん性の特徴を併せ持つブロックチェーン技術それ自体と、合意形成を主軸とするその運営によって作品の信頼性を担保しています。ここでは、作品の信頼性を担保する方法として、作品証明書

やハンドラー登録書の発行主体が、悪意のあるユーザー・事業者ではないかという認証と、作品証明書自体が実物と連携しているかという認証を取り上げ、特定の第三者の管理下に無いインフラストラクチャーへの信頼性を紹介します。

4.7.1. 作品証明書・ハンドラー登録書発行主体の認証

前述の通り、Startrail上の証明書および来歴の信頼性は、その証明書の発行元・来歴の登録者が誰であるのか、という情報により判断できる仕組みになっています。これには、各種のStartrail参加者のイーサリアムアドレスと、実在の個人/法人がどのように紐付いているのが重要であると言えます。

○ KYC (本人確認) 認証の必要性と実施方法

証明書の発行元、来歴の登録者が誰であるかという情報に対して信頼性を付与する可能性があるのは、アーティスト、ハンドラーです。そのため、これらのStartrail参加者は、Startrailシステムの信頼性のために、実在の個人・法人とイーサリアム上の人格との紐付け(イーサリアムアドレスのKYC認証)がされる必要があります。

アーティストのKYC認証は、基本的に各ハンドラーを介して行われますが、Startrail協議会によって直接の認証を受けることも可能です。また、1つのEOAアドレスが複数のハンドラーから認証を受けることも可能です。

○ AML (アンチマネーロンダリング) への応用

プライバシーに関する説明で述べた通り、個人ユーザーの個人情報はインターネット上に公開されることはありませんが、EU (欧州連合) を中心にアート取引におけるAML (アンチマネーロンダリング) の必要性がより検討されている中、ブロックチェーン技術をAMLに適用する可能性も注目されています。StartrailとブロックチェーンアドレスのKYCサービスが連携することで、AMLへの応用も可能になります。

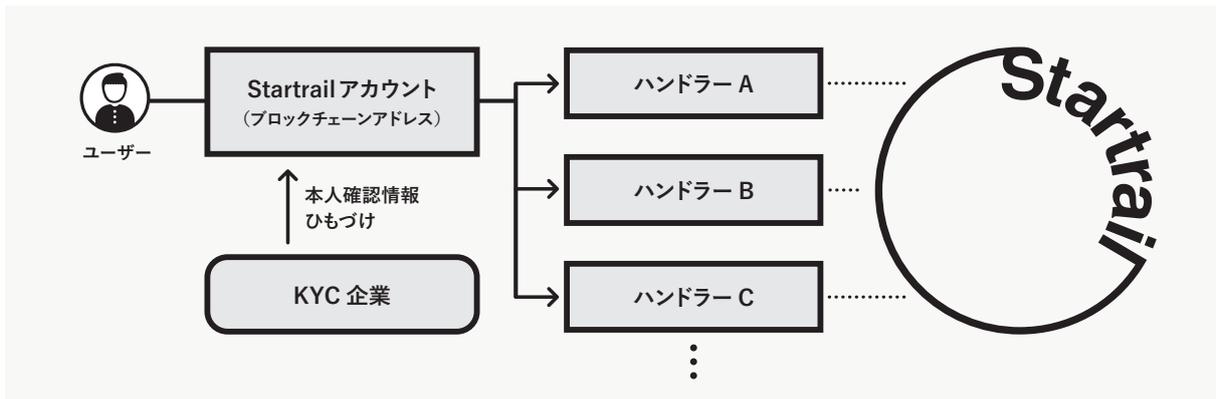


図 11：ブロックチェーンアドレスの KYC のスキーム

4.7.2. 実物と作品証明書の紐付けについて

美術作品証明書のエコシステムに関わる信頼性の問題には、作品証明書そのものの信頼性の問題の他に、作品証明書に記載されている情報と実際の美術作品との一致をどのように担保するのか、という問題が存在します。これは例えば、証明書自体は本物であっても、偽の作品が二次流通の過程で証明書と一緒に悪意を持って販売され、本物の作品自体は以前の持ち主の手元に留まっているような、実物作品が偽物とすり替えられるケースにおいて問題になります*21。

このようなリスクを完全に排除することは困難ですが、Startrailでは、①作品の撮影データをブロックチェーン上に保存する方法と、②Startrail協議会によってガバナンスを行う方法の2つの方法でこの問題に対処します。

○ 対処法①：作品の撮影データのブロックチェーン上への保存と照合

美術作品そのものの持つ形や色・素材といった情報をい

かに正確にデジタルデータ化し保存するかといった課題については、真贋鑑定やデジタルアーカイブの文脈において、各所で研究が実施されています。

Startrailでは、作品証明書のプライマリー発行時・またはその後、作者本人が後で照合する目的で、作品に関する各種撮影データを作品証明書の情報の一部として保存することが今後可能になります。さらに、撮影データの形式をStartrailが限定するのではなく、技術の発展に伴い、作品の形式に最適なデータ形式で保存を可能にしていくことも検討しています。

○ 対処法②：Startrail協議会のガバナンスに基づく情報の修正

悪意あるユーザーによって作品証明書の所有者と実作品の所有者の乖離が生じてしまう可能性は否定できません。その場合は、Startrail協議会が、独自のガバナンスによって情報の修正およびそのユーザーの追放を行う役割を担うことが考えられます*22。

Notes

- * 7 ここでの「ハンドラー」には、オークションやマーケットプレイスだけでなく、美術館や教育機関などの非営利組織も含まれる。
- * 8 美術作品が二次流通市場で取引される度に売上額の一部を制作者に還元する制度。Resale-Rights と同。
- * 9 将来的に情報流通の観点からゲティゴキャプチャリなどの標準的な辞書データを利用した作品情報の記述やデータ形式に対応。
- * 10 イーサリアム・ブロックチェーン上でコントラクトごとに発行されるアドレスで、Startrail 上ではハンドラーごとにユニークなアドレスが発行される構造になっている。
- * 11 ただし、セカンダリー発行された作品証明書も、後日作者本人からの認証を受けることによって、プライマリー発行された証明書と同などの証明書に変換することが可能。この際、作者は自身の作品にルールセットの設定を行うことが可能だが、その場合、その時点でその所有者の承認が必要になる。
- * 12 契約の自動実行機能のこと。イーサリアム・ブロックチェーンにはスマートコントラクトを実装することで、契約内容に応じた実行制御を自動的に行うことが可能。
- * 13 4.3.2. にて後述。
- * 14 作品を製作年やサイズなどの情報と共に一元的にまとめた目録のこと。
- * 15 4.3.4. にて後述。
- * 16 4.3.3. にて後述。
- * 17 今後特にデジタルアートなどの分野において、作品の所有権と独立して特定の著作権ライセンスを取引|できる仕組みについても実装を予定。
- * 18 <https://starbahn.org/>
- * 19 5 章にて後述。
- * 20 PDF ファイルへのリンク情報のアクセス制限に関しては、保存先のクラウドストレージにアクセス制限が付与されている場合もある。
- * 21 この問題はテクニカルには「オラクル問題」と呼ばれるブロックチェーン世界の状況とブロックチェーン外の乖離リスクのうちの一つ。
- * 22 7 章にて後述。

05

技術概要

5.1 | イーサリアム

4章で既に触れた通り、Startrailでは現在イーサリアム(Buterin, 2013; Wood, 2014)と呼ばれるパブリックチェーン(パブリック・ブロックチェーン)を採用しています。イーサリアムとは2013年に構想され、2015年から運用が開始されたグローバルでオープンな分散型アプリケーション構築プラットフォームです。Startrailにおいてイーサリアムを採用している理由は複数あります。

まずイーサリアムがパブリックチェーンであることが挙げられます。ブロックチェーンは大別すると、インターネット上に誰もがアクセスでき、取引やブロックの生成権限が与えられているパブリックチェーンと、取引の承認権限が特定のノード(誰か)に集中し、クローズドなコミュニティで運営されるプライベートチェーンが存在します*23。アート業界において、パブリックチェーンにより重要なプライバシーや閲覧権限を設計することは困難が伴う一方、美術作品が公共性の高いものであるという本質的な特性に加え、多様な方々による参画と、特定の企業・団体のみに依らない公開されたガバナンス体制の構築が、インフラストラクチャーとしての質を高めると考え、Startrailではパブリックチェーン

を採用しました。

またイーサリアムには、スマートコントラクトを用いて分散型アプリケーション(通称、DApps)をブロックチェーン上に構築できる仕組みがあります。Startrailは、作品の所有権や来歴情報の記録、還元金の分配などの実現を目指しており、そのためには、契約情報を記録し、契約を自動執行する、スマートコントラクトの仕組みが適していると判断しました。

さらに、他のブロックチェーンと比較した際のユーザー数の多さやアプリケーション開発の活発さ(2019年10月時点)も考慮に入れ、Startrailではイーサリアムを採用しました。

ただし、ブロックチェーン業界の潮流の変化は激しく、その時代に合った仕組みを採用することが望ましいと考えます。7章で述べるガバナンスの話にも関連しますが、Startrailは各ステークホルダーやStartrailに参加するユーザーやプラットフォームとの対話・連携を通じ、必要であれば採用するブロックチェーンを変更することも視野に入れています。その際には、元々イーサリアム・ブロックチェーン上に保存されていた情報は移行先のブロックチェーンに引き継ぐ適切な手続きを踏みます。

5.2 | 設計

○ スマートコントラクトの機能俯瞰図

本項ではスマートコントラクトについて説明します。以下に示す図では、スマートコントラクトを機能別に分類しています。各部の機能を以下に簡単に示し、各部の説明は必要に応じて後述します。本設計では、OpenZeppelin-SDKというツールキットを活用しています。コントラクトは大きく分けて、作品証明書(Startrailトークン)に関わる部分、ハンドラー登録書(その一種として、売買機能を担うハンドラーを「マーケット」と呼ぶ)に関わる部分、後述するメタトランザクションの窓口となる部分(Relay)に分かれています。Startrailトークン側ではERC721に準拠した証明書トーク

ンの発行、または移転を実行する機能があります。一方で、マーケット側では、プラットフォームコントラクトによってハンドラー一つ一つがコントラクトとしてデプロイされ、識別可能な一意のコントラクトアドレスと紐付いた形でハンドラーの設定が行えます。そして、それを繋ぐRelay部分は、ユーザーのトランザクションを代理で行うメタトランザクションを行うエンドポイントであり、Startrailトークン、マーケットのコントラクト双方に対して関数の実行を行います。証明書の所有権移転時などは、作品証明書(Startrailトークン)からハンドラー(マーケット)へのデータ参照を通じて、ハンドラーセットを反映したオンチェーン上の取引を可能にしています。

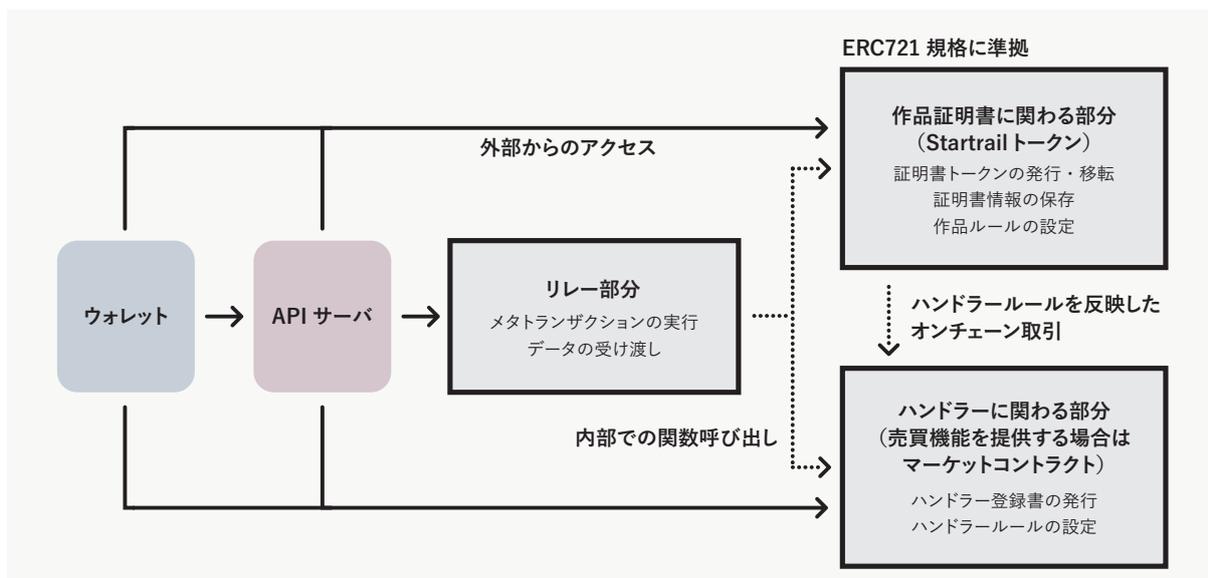


図 12: Startrail スマートコントラクトの俯瞰図

5.2.1. ERC721 規格の利用

作品証明書は ERC721*²⁴ と呼ばれるイーサリアムにおける代表的なトークン規格の 1 つを使用し、NFT*²⁵ として Startrail ブロックチェーン上に発行されることになります。さらにコードレベルでは、イーサリアムコミュニティでデファクトスタンダードとなっている OpenZeppelin の ERC721 ライブラリを継承し、定義された関数名に準拠しながらも独自の制御を追加することで、作者、所有者、ギャラリー、オークションハウ

スに代表される複数人のステークホルダーの利害を反映したトークン運営が可能となっています。

それに加え、従来の Web アプリケーションでは専用のアプリやインターフェイスを通してのみしか、自身の保有する情報にアクセスすることができませんでした。しかしこの設計により、ERC721 に対応した個人が所有する一般的なウォレットなどのアプリケーションを通じて、作品証明書の移動、保有一覧の確認などが実行可能になります。

5.2.2. 作品の取引条件の変更に柔軟な設計

エンドポイントとなる Proxy コントラクト*²⁶ は恒久的に使用される想定の下で、そのアドレスが固定され、データ保存のストレージの役割を果たす一方で、`delegate_call` によって関数の実行を外部コントラクトに対してフォワードするという必要最低限の機能しか有していません。Proxy コントラクトからアクセスされるコントラクト一式は、所有権といったステート情報のみでなくハンドラーの運用・ルールに関わるロジック情報も持っています。このデータストレージとロジックが分離さ

れた構造により、耐改ざん性をもつブロックチェーンの特性を保持しながら、ロジック部分のコントラクトをイーサリアム上に再デプロイできるようになっています。なおこの操作は、参加者の合意を得た上で、ガバナンスのコントラクトからのみ行えます。Proxy コントラクトがもつストレージに対しては恒久的、且つ継続してアクセスが可能となるため、既存のデータに対するアクセスは維持しながら、機能追加や万が一発覚した場合のシステム不具合への対応が容易になっています。

5.2.3. 柔軟なデータ形式の採用

イーサリアム上へのデータの保存は様々な制約を伴います。一つのトランザクション内で使用可能なスタックやメモリーの量には限度があり、インプットに含まれるデータ量が多くなれば GAS 料金の高騰にもつながります。この問題を解決するために、作品のメタ情報などの、プログラム上の演算などに

用いないデータに関してはイーサリアムネットワーク外のオフチェーン上に記録し、イーサリアム上には原本となるデータが閲覧可能な URI やその hash 値が保存される仕様になっています。hash 値はデータ情報を基に生成されるため、イーサリアムへの書き込み以後に改ざんを検証する役割を担います。

5.2.4. GAS対策

○ メタトランザクション

イーサリアム・ブロックチェーン上で情報の登録・更新を行うためには、マイナー（イーサリアム上に多数存在する取引の承認者）への手数料としてGAS代（イーサリアム利用料）を支払う必要があります。このGAS代は、情報を登録・更新する際に、トランザクションに署名を行ったイーサリアムアドレスから支払われますが、イーサリアム・ブロックチェーン利用の大きな障壁となっているのが現状です。

それを解決するためにStartrailは、メタトランザクションという、GAS代をプラットフォーム側がユーザーに代行して支払うことを可能にする技術を採用しています。この技術により、イーサを持つアカウント（プラットフォーム）に、ユー

ザーはスマートコントラクトの執行を委任することが可能になります。すなわち、プラットフォームがユーザーに代行してGAS代を支払うことが可能となるという訳です。

○ GAS代の削減

ユーザーに加え、プラットフォームが支払うGAS代を少なくする工夫も必要となります。これを解決するために、作品や来歴などの情報を用途に応じて異なる場所に保存する工夫を行っています。作品の来歴情報には大きく分けて、スマートコントラクト自動執行の計算式に「必要なもの」と「必要でないもの（記録のみの情報）」が存在します。GAS代金削減のために、前者はstorageに格納し、後者はevent logやオフチェーン上に保存しています。

5.3 | プライバシー対策

アート業界では、来歴情報の透明性の確保が必要であることは明らかですが、必ずしも全ての情報を公開することが最適というわけではありません。作品によっては、公開したい情報と公開したくない情報の要件が異なってくる場合も考えられます。オーナーが今どのような作品を所有しているのか、いくら支払ったのかといったプライバシーに関わる情報をブロックチェーン上で一般公開するのが望ましくないことは、4章で既に述べました。

本来的にブロックチェーンは構造的に、データの透明性を確保しながら分散的にデータの管理を行うため、全てのノードが同じデータを保存し閲覧可能なように設計されています。したがって、ブロックチェーンネットワークに存在するデータは必然的に誰でも閲覧が可能になってしまいます。最近ではデータのプライバシーを重視する新しいブロックチェーンのネットワーク提案が次々に出てきているため（例：エニグマ・プロトコル）、Startrailも将来的にこのようなプロトコルを利用することを検討しています。

現状のイーサリアムのプロトコルを利用している状態では、Startrailでの来歴情報は設計上、公開部分と非公開部分

の2つの部分から構成されています。この来歴情報はイーサリアムのevent log発行を通じて、誰でも閲覧可能な状態で永久に保存されます。

一方で、公開したくない来歴情報へのアプローチに関しては、代表的な3つのユースケースが存在します。1つ目はユーザーがオフチェーンでデータを暗号化した後、ブロックチェーンに記録する方法です。これにより、暗号化する際に使用した鍵がない限り、来歴のプライベート情報を読み取ることができない設計となります。残り2つはオフチェーンとの融合で、1つは、作品の実データなどに関して、その情報の保存先ストレージのリンクのみをブロックチェーン上に記述する方法です。保存先ストレージサービスのアクセス権限に関しては、個々のユーザがオフチェーン上で独自に設定を加えることができます。もう1つは、他者から照合不可能なIDを記録する方法です。例えば、サードパーティによって提供される決済プラットフォームを利用して決済した場合、生成された決済IDをブロックチェーン上に記録することで、第三者からの詳細の閲覧を拒否しつつ、決済の存在を証明することが可能となります。

5.4 | セキュリティ

5.4.1. アクセス権限管理

コントラクトの storage と event log の情報は、上述したように基本的に誰でも閲覧可能になります。一方で、データの作成・更新、削除といった処理に関しては、その権限が特定の個人・法人に属している必要があります。Startrail では、作者や作品所有者といった人物別単位の権限付与と、所有権移転といった機能別単位権限付与の二軸から作成、

更新、削除のアクセス権限管理を実現しています。

さらに、作品所有者以外の代理人が出品管理を行う場面を想定し、複数人へのアクセス権限付与や、作者と作品所有者の両者の承認がないと処理が執行されないようなマルチシグ機能も実装しています。このような、より柔軟かつ強固なアクセス権限管理を導入します。

5.4.2. メタトランザクションの脆弱性と対策

5.2.4. で GAS 代金をプラットフォームが代理で支払うことを可能にするメタトランザクション機能について取り上げました。しかしこのようなメタトランザクションを採用する際に注意すべき項目が複数存在します。スマートコントラクト上で発生し得る脆弱性をとりまとめた SWC (Smart Contract Weakness Classification and Test Cases) ^{*27} のリストからメタトランザクションに関連するセキュリティリスク項目を抜き出し、問題点とそれに対して Startrail 上で行っている対策を記述します。

例えば悪意のあるユーザーが、引数となる署名を一部改変し、未使用の有効な署名を生成して使用する危険性を想定します。これを回避するために、Startrail では署名を生成するハッシュ関数の引数に電子署名を含まない設計を採用しています (SWC117)。またこれに関連してオンチェーン上でデータマッピングをし、同じ署名が利用されることを防ぐような設計を採用しています (SWC121)。またオフチェーンから電子署名を受け取る際、楕円曲線暗号に準拠した復元方法を用いて、署名者のアドレスを確実に復元する方法も採用しています (SWC122)。

5.4.3. 秘密鍵の管理方法

Startrail にアクセスするためには、自身の EOA アドレスに紐付いた秘密鍵が必要ですが、この鍵の管理は極めて重要です。方法としては、鍵管理をユーザ自身が行うか、Startrail がユーザーの鍵を預かり管理を行うか、第三者鍵管理業者 (カストディ業者) に委託するかの方法があります。鍵管理を専門に行うカストディ業者のカストディサービスを利用することが、鍵の紛失リスクを最小限に抑えることに繋

がる一方で、Startrail が期待するユーザビリティを犠牲にする可能性があります。これはカストディ業者の技術的進捗とサービスアップデートに依存するため、現時点ではイーサを保有していない鍵においては Startrail がその鍵管理を行う可能性および、ユーザー自身がウォレット上で鍵管理を行う可能性を想定しつつ開発を行い、適切な管理業者の選定を行う必要があります。

5.5 サポート

イーサリアム上のコントラクトへのアクセスは、(その権限を所持していれば) コントラクトのABI^{*28}とアドレスを用いることで可

能です。しかしながら、簡便性とリリース当初の実装が完璧でない段階の補完的役割として、RESTful APIを提供します^{*29}。

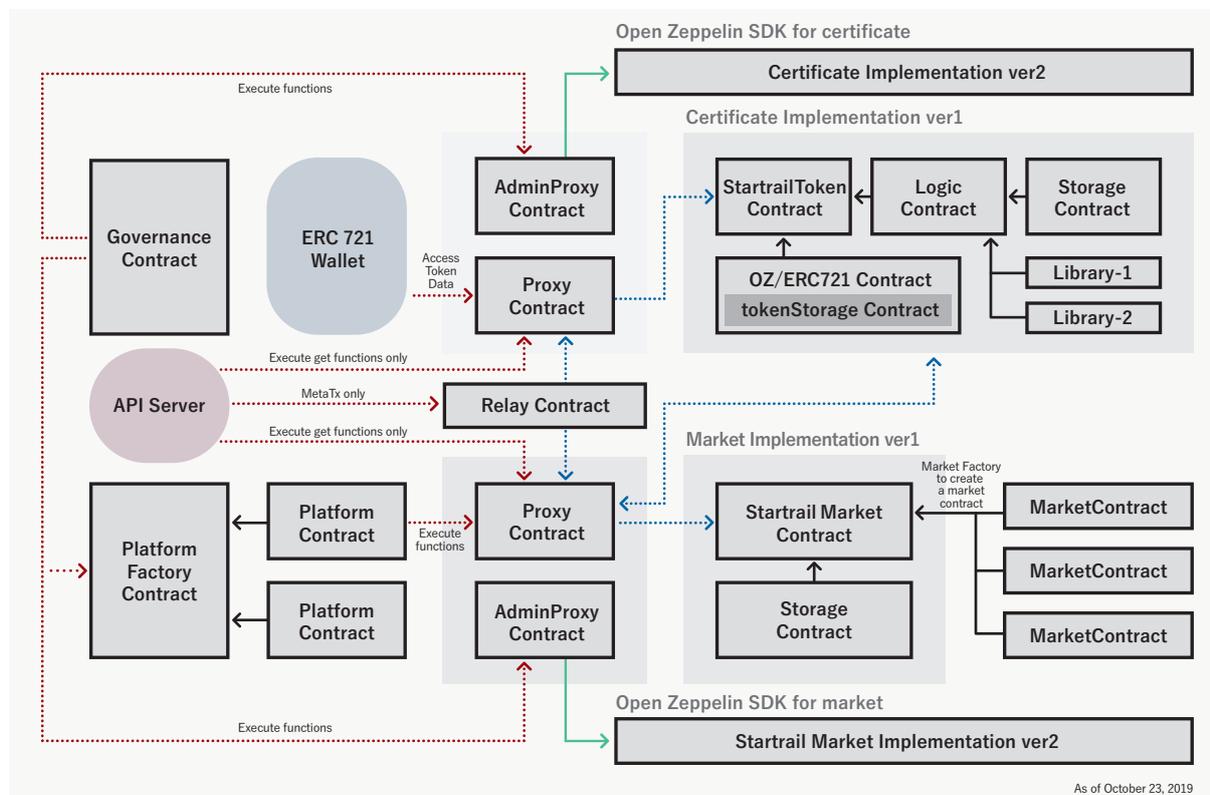


図 13: Startrail スマートコントラクトのアーキテクチャ

コントラクトの説明

○ Relay

代理トランザクションを行うメタトランザクションを実行する際のエンドポイントとなります。まず引数として渡された署名と、元となる hash データから、署名者のイーサリアムアドレス (EOA アドレス) を復元し、これを引数として付与し直します。その後、StartrailToken、または StartrailMarket コントラクトへとつながる各 Proxy コントラクトへとアクセスを行います。呼び出し先のコントラクト内では、msg.sender が Relay コントラクトであることを確認した後、引数として渡された EOA アドレスが個々の関数に設定された権限として適切であるかを検証します。

○ Proxy

メタトランザクション実行後の Relay コントラクトと秘密鍵を管理しているウォレット、または読み取りのみのアクセスからのエンドポイントとなります。delegate_call を実行して、外部のコントラクトへデータをフォワードすると同時に、Proxy

コントラクト内部のストレージ領域を参照しながら外部のコントラクト関数を実行することで、データを保存するストレージの役目も果たしています。更新されることのないコントラクトとして、固定アドレス、恒久的なストレージを提供しアップグレード可能な設計の要となります。

○ StartrailToken

OpenZeppelin の ERC721 コントラクトを継承することで標準的な ERC721 の規格に基づいたトークンの発行や移転の機能を備えた関数にアクセスが可能となります。またそれぞれの関数をオーバーライドすることで、独自の制限や機能を追加しています。トークンに直接関わらない美術作品に関する情報に関しては、key-value データの構造として保存されます。また、OpenZeppelin-SDK によって実質的に Proxy 上のデータストレージに保存が行われることで、アップグレード可能なコントラクトとなっていることも特徴の一つです。

○ Logic

ERC721トークンの情報以外に関わる作品メタ情報、来歴情報の保存といった機能に使われる関数が用意されています。StartrailTokenから継承され、Storageコントラクトを継承しており、その上でProxyコントラクトからdelegate_callを用いることで、Proxy上のストレージに対して事前に定義したデータ型でデータを保存します。StartrailTokenと同様にアップグレード可能な仕様となっており、仕様の変更要望などに対応できます。

○ Storage

事前に多次元のデータ型を定義することで、複数コントラクトから共通のデータ型を利用を可能とします。

○ Library

データの保存や、演算処理などを実行するコードが用意されています。Logicコントラクトと分離させることによって、StartrailTokenコントラクトのコード総量、ひいてはGAS総量の削減につながり、より多くの機能を一つのコントラクト内で実装できるようになります。

Startrail Implementationとしてパッケージ化されているコントラクト郡を更新/変更する権限をもつコントラクトアドレスが管理されています。将来的にはガバナンスコントラクトのアドレスが登録される予定です。

○ AdminProxy

1つのハンドラーに対して1対1で対応するMarketコントラクトをデプロイします。同時に、デプロイしたコントラクトアドレスとマーケットに属する情報(ハンドラーの管理者EOAアドレスやハンドラー名などがその一例)をマッピングしてストレージに保存しておく役目も担います。コントラクトアドレスを用いて要素をマッピングする理由は2つあります。1つ目は証明書の移転時、マーケットに記録された情報を参照した取引の制限や来歴への書き込みを実現

するためです。もう1つは、OpenZeppelinのERC721を継承したtransferFrom関数で用いられるアドレスデータの引数to(トークンの移転先アドレス)と互換性を持たせるためです。また、OpenZeppelin-SDKを使用することで、StartrailTokenコントラクトの項目で述べた内容と同様に、同じストレージを使用しながら、StartrailMarketコントラクトの内容だけを変更できるようになります。

○ MarketContract

StartrailMarketコントラクトからデプロイされるコントラクトです。上述した通り、目的はStartrailMarketコントラクト内でマーケットの諸情報とコントラクトアドレスをマッピングすることなので、必要最低限のfunctionのみ用意されています。

○ PlatformFactory

ガバナンスによる認証を得ることで、プラットフォームに対して1対1で対応するPlatformコントラクトのデプロイを行うことができます。生成されたコントラクトアドレスとプラットフォームオーナーのEOAは認証済みとしてマッピングされ保存、閲覧が可能となります。これにより、Marketコントラクトの作成権限を認証済みのプラットフォームのみに限定する、または生成されたMarketコントラクトが認証済みであるかどうかを検証するなど、悪意あるユーザの参加を防ぐ機能の実装が可能となります。

○ PlatformContract

Platform Factoryを経由して生成されるコントラクトです。プラットフォームとそのオーナーを識別する役割を担います。

○ GovernanceContract

トークンを発行するコントラクトです。Startrail評議会のプロトコルに則り、トークン保有者に対してStartrailコントラクトの更新に関する議決権、悪意あるトランザクションへの否決権などが与えられる予定です。

Notes

* 23 本稿ではコンソーシアム型とプライベート型の分類への言及は控える。

* 24 erc721.org/

* 25 ノン・ファンジブル・トークンの略。ERC721規格により発行した、それ自体が代替不可能でユニークなトークンのことを指す。反対に、一般的な通貨は代替可能であるためファンジブルであると言われる。

* 26 本章末尾のスマートコントラクトのアーキテクチャ図を参照。

* 27 <https://smartcontractsecurity.github.io/SWC-registry/>

* 28 ABI(Application Binary Interface)とは一般的な用語であるが、Ethereumの枠組みでは、EVM(Ethereum Virtual Machine)上で実行可能なスマートコントラクトのバイナリーコードに対して互換性を与えるために定義されます。

* 29 リファレンスはStartrail公式サイト(<https://startrail.io>)から参照可能。なお、APIはユーザーエクスペリエンスの向上のためにデータを取り出しやすいように保存しておく目的で、コントラクトに対して直接GETリクエストを送信する。

06

他ブロックチェーンプロジェクトとの
インターオペラビリティ

6.1 | インターオペラビリティの必要性

3章で述べた通り、現在、ブロックチェーンを活用したアート関連プロジェクトが数多く登場していますが、各プロジェクト間での規格が十分に統一されているとは言えません。プロジェクトには、Startrailと同じように来歴管理のサービスを提供するプロジェクトや、そのようなプロジェクトで記録される来歴情報を利用した売買などに関わるアプリケーションが存在します。しかしながら、各プロジェクト間での連携

がないことは、そのような他プロジェクトの連携に際し、障壁となり、ユーザー・エクスペリエンスの低下はもちろんのこと、アート業界でのシナジーや最適化が実現しません。

そこでStartrailは、他のプロジェクトと接続する機能を持つことでユーザーにとって使いやすく、各アート管理プロジェクトが互いに協力し合えるようなエコシステムを作り出し、また、作品流通の流動性の向上を目指します。

6.2 | 他の来歴管理ネットワークとのインターオペラビリティの実現

6.2.1. イーサリアム以外のブロックチェーン利用した来歴管理プロジェクトとの
インターオペラビリティの実現

○ インターオペラビリティを成り立たせる仕組み”Two-way Peg”

Startrailでは他アートブロックチェーンプロジェクトとのインターオペラビリティを実現するため、XRP Ledgerにおけるゲートウェイのような、価値がネットワークに出入りする方法を提供するモデルを参考にし、設計を行っています。

この方法は、トークン(ここでは作品証明書)がブロックチェーン間を横断する際に、移動前のプロジェクト内で証明書を固定(ロック)しておく方法です。この際、移動先のプロジェクト内で新たに証明書を発行します。例えば、Startrailから他のブロックチェーン上に作られたプロジェクトに証明書

を移動する場合、Startrail上でその証明書をロックし、移動先のプロジェクトで新たに証明書を発行するという流れです。そして、証明書を元のStartrail内に戻す際には、そのロックを解除し、再び流通させます。このような方式を一般に「Two-way peg」と呼びます。

この方法を可能にするのは、2つのブロックチェーン間のトークンの移動を管理するゲートウェイ企業です。Startrailと他の異なるブロックチェーンプロジェクトは、このゲートウェイ企業がトークンのロックと解除を行うことによって、接続することが可能です。

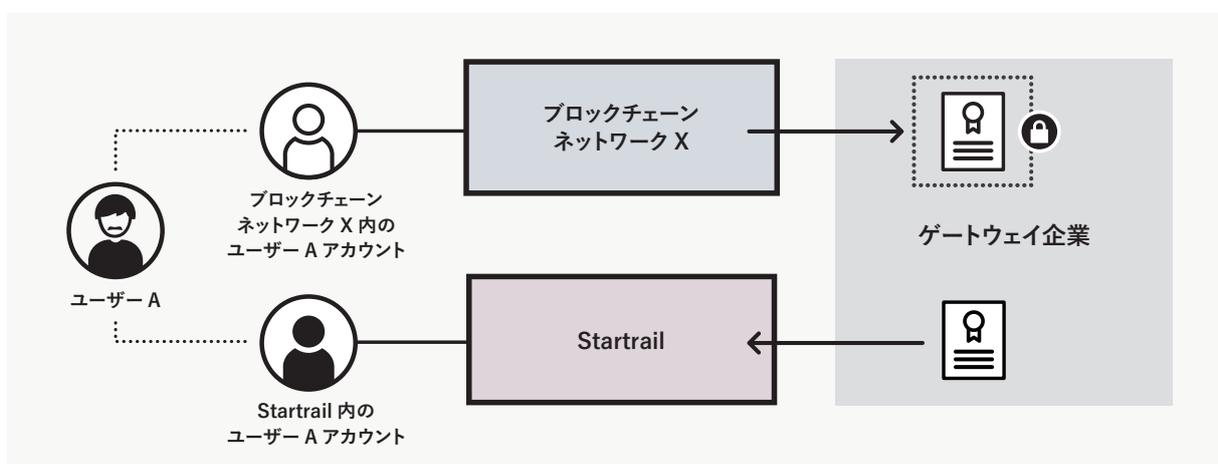


図 14: ”Two-way peg” を利用したインターオペラビリティを実現する仕組み

○ トークンの循環問題への対応

Startrailを中心にゲートウェイ企業により他のネットワークと接続することは、異なるブロックチェーンを超えたシームレスな証明書の移動を可能にする一方で、Startrailを介さないトークンの移動によってトークンが複数のネットワークで循環する問題が生じてしまいます。あるネットワークで発行された証明書がゲートウェイ企業を通じて、Startrail、さらに別のネットワークへと順に移動した場合を想定します。

循環とは、この際、移転前のネットワークと移転後のネットワーク同士が、ゲートウェイ企業によって接続され、証明書が発行元のネットワークに回帰してしまう現象です。

それを防止するために、そのトークンがどのプラットフォームから来たトークンなのかという情報をトークンに記述します。そして、トークンがStartrailを経由して他のネットワークに移動する際に、発行元のネットワークでロックされたトークンの削除依頼を行います。

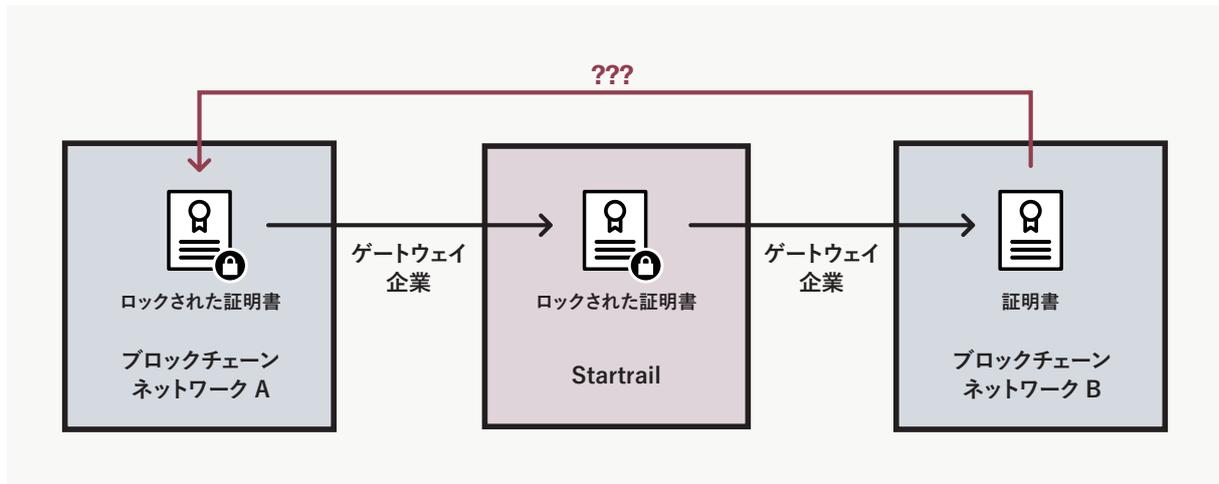


図 15：トークンの循環問題

6.2.2. イーサリアムを利用した来歴管理プロジェクトとのインターオペラビリティ

特に相手方のプロジェクトが、Startrailと同じくイーサリアムベースのプロジェクトの場合、より容易に相互運用を実現できる可能性があります。コントラクトの様子がStartrailと近い場合、Startrailのコントラクトから相手方のコントラクトアドレスを直接呼び出すことで

相互運用が可能となります。さらに、Startrailと同じくERC721の規格を用いて開発されている場合には、同じ規格に対応したウォレットでそのトークンを管理可能であることから、より実用性の高いインターオペラビリティを実現できます。

6.3 Startrail 来歴を利用するプロジェクトとの インターオペラビリティの実現

ブロックチェーンを利用した分割所有プロジェクトとの連携例 例として、作品の分割所有を実現するプロジェクトと連携を
ここでは Startrail 来歴を利用するプロジェクトとの連携 行う例を紹介します。

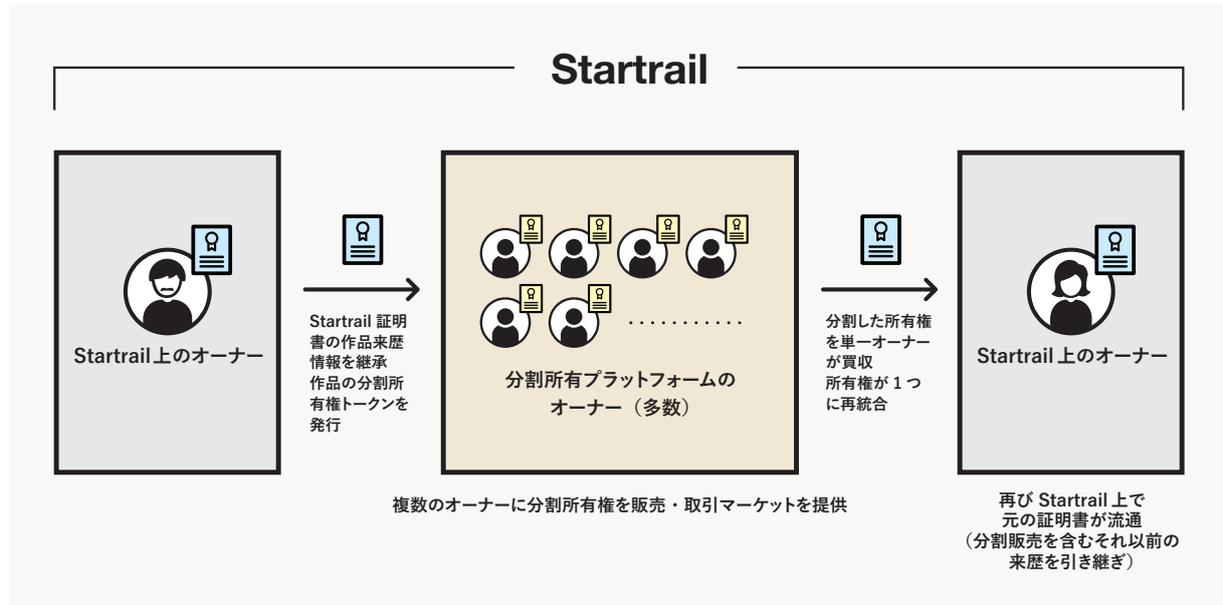


図 16：分割所有プロジェクトとの連携例

作品の購入・投資の機会をより多くの人に提供すべく、作品の所有権を分割販売し、取引することを可能にするプラットフォームが現れています。

Startrail 上の来歴情報を参照する形で分割所有権トーク

ンが発行されることにより、ユーザーは Startrail の来歴情報を確認した上で安心して分割トークンを購入できます。また、Startrail のユーザーには幅広い選択肢と、より高い流動性を提供することができます。

07

Startrail のガバナンス

7.1 | Startrail の目指すネットワーク像

Startrail は、従来のアート業界のプレイヤー（キャリアのあるアーティストや老舗事業者）が長い時間をかけて醸成してきたブランドや信頼性を保ちつつ、まだキャリアの浅いアーティストや新しい事業者にも参加の機会が開かれたオープンなネットワークを目指します。

その思想の実現のため、特定のプレイヤーによる中央集権的管理を排除し、広く全てのプレイヤーの意向を反映させたネットワークを目指します。

その一方、そのような開かれた非中央集権的なネットワークでは、時に悪意あるプレイヤーの参加により秩序が乱れるリスクや、それを抑制したり変化に対応していくための意思決定がスピーディーに実行できなくなるリスクも表裏一体で孕んでいます。

Startrail では、協議会により以下のガバナンスの仕組みを取り入れることで、そのようなリスクを低減することを目指します。

7.2 | Startrail 協議会

Startrail の目指すネットワーク像を実現させるため、このミッションに共感し共に作り上げていくメンバーを募り、任意団体である「Startrail 協議会」を組織し運営を行っていきます。複数の信頼できる専門家、企業及び団体によって組織される協議会となることで、①独立性/公平性を意識した運営、②業界内外への認知拡大、を目指していきます。

「Startrail 協議会」は独立・会員制の組織であり、今後日本に本部を置き一般社団法人として拡大していきます。Startrail の拡がりに合わせて各国の法律やガイドラインを遵守し、段階的に、より非中央集権的な運営を目指していき、世界各国にブランチを展開していくことを構想しています。

Startrail には大きく分けて2つの役割があります。「Startrail の健全な運営の維持」と「システムの更新・修正」

の役割です。前述したように、Startrail はオープンであるからそのリスクを孕んでいますが、そのリスクに対処するために、Startrail に参画する参加者の認証(接続プラットフォームの認証、アーティストアドレスの本人性認証)や悪質な参加者の取り締まり、誤った情報の修正などの機能を持ちます。また、将来的なマーケットの変化や技術の発展に対するシステムの更新や、致命的なシステム障害への対応は、システムを維持していく上で非常に重要な機能です。

これらを実現するため、Startrail 協議会ではガバナンストークンを発行し、協議会メンバー・Startrail 連携先関係者がそれぞれ一部を保有できるようにします。それによって、ブロックチェーン上での投票のほか、プラットフォームの接続制御などのブロックチェーン上の制御を行います。

7.3 | ガバナンストークンの役割

ガバナンストークンには、以下の役割があります。

① Startrail への認証付き接続の制御

アドレス上にガバナンストークンを保有することで、Startrail を利用する事業者は独自のハンドラーコントラクトのデプロイ、そして公式証明書の発行を行うことができます。

このような制限を設けることには、身元が確認できない、

もしくは過去の不正が発覚した事業者によって利用者が不利益を被ることを防ぐ目的があります。

事業者へのガバナンストークンの付与・剥奪については、Startrail 協議会による民主的な意思決定がなされます。

② Startrail 協議会における投票権

Startrail 協議会は、単独の管理者がいない脱中心的な

仕様決定に参加を行うため、ブロックチェーン上で行われる投票によって意思決定を行います。ガバナンストークンが投票権として機能し、初期段階においては、ガバナンストークンによる投票は否決投票によって行うことを検討しています。すなわち、Startrailに関する様々な提案に対して、トークン保有者から否決票を一定期間募集する方式です。

Startrailリリースの初期の段階では、コントラクトの仕様を参加者の過半数の賛成意見の表明を都度確認する方法で決定することはスピーディーな運営の妨げになる可能性がある一方で、いずれか一つの主体の意思決定のみで仕様変更が可能な仕組みは脱中心的であるとは言えません。そこで、

脱中心性を保ちつつも、必要以上の管理コストを省略するため、否決投票を基にした投票形式による意思決定を行います。

Startrailの円滑な立ち上げやアップデートのため、Startrail協議会の初期の運営はStartrailを推進しているスタートパーン株式会社がリードして行うことを想定していますが、協議会の今後の運営方針の設定やStartrailの仕様の議論には、より多数のStartrail協議会のメンバーの意見を反映し、分散的なガバナンスに移行していくことを計画しています。Startrailの今後の発展のためにコミュニティへの参画を希望する方は、Startrail協議会へのご連絡をお待ちしています^{*30}。

Notes | *30 Startrail 協議会への参画にご関心のある皆様は、こちらの詳細からご連絡下さい。(URL: <https://startrail.io>)

08

法的関係の整理

8.1

Startrail 協議会と、Startrail 参加企業・
その利用者(アーティスト、オーナー)の関係性

Startrail 協議会と Startrail 参加企業は、法人用 Startrail 利用規約に同意します。

Startrail エコシステムの一般利用者(オーナーなど)は、各プラットフォームやハンドラーが設定している一般利用規約に加えて、Startrail 協議会が設定した個人用 Startrail 利用規約にも同意します。Startrail 利用規約は、Startrail に接続する各ハンドラー上で利用者に提示されます。

Startrail 利用規約の中で、代表的な項目には以下のよう
なものがあります。

- 利用者は虚偽の情報を登録しないこと
- 作品の所有移転に伴い、次の所有者に Startrail 証明書を引き継ぐこと
- 作品証明書の移転に伴って、作品に関する契約内容も引き継がれていくこと

- 著作者と所有者の合意の上で、取引後もその契約内容は更新されていく可能性があること
- 作品を第三者に売却し契約関係が終了した後も、作品の来歴調査などが必要になった場合には情報開示などに協力すること
- 契約の不履行や虚偽の記載などがあった場合には、Startrail 協議会の会員内での協議決定により、当該利用者およびプラットフォーム、ハンドラーによるネットワークへの参加を拒否する可能性があること

Startrail はアートマーケットにおけるインフラ・枠組みとして機能し、各マーケットを通じた美術作品の取引をサポートする役割を果たします。したがって、各国における関係法令などの遵守に関する具体的措置は、各プラットフォーム、ハンドラー単位で実行します。

8.2

アーティストとオーナー、オーナー間の関係性

Startrail における作品証明書は、アーティストとオーナーの個人間の契約合意内容を作品証明書と共に次の契約へと引き継ぐ仕組みになっています。新たなオーナーが当該作品を購入などした際、アーティストによって事前に設定された作品ルールセットに同意することで、契約関係が移行します。

その結果、アーティストと元の所有者の契約が終了し、アーティストと新所有者の間で契約が成立します。

所有権の移転とセットで著作権の利用権が移転するケースと、所有権を伴わない利用許諾単体での契約の両方を想定しています。

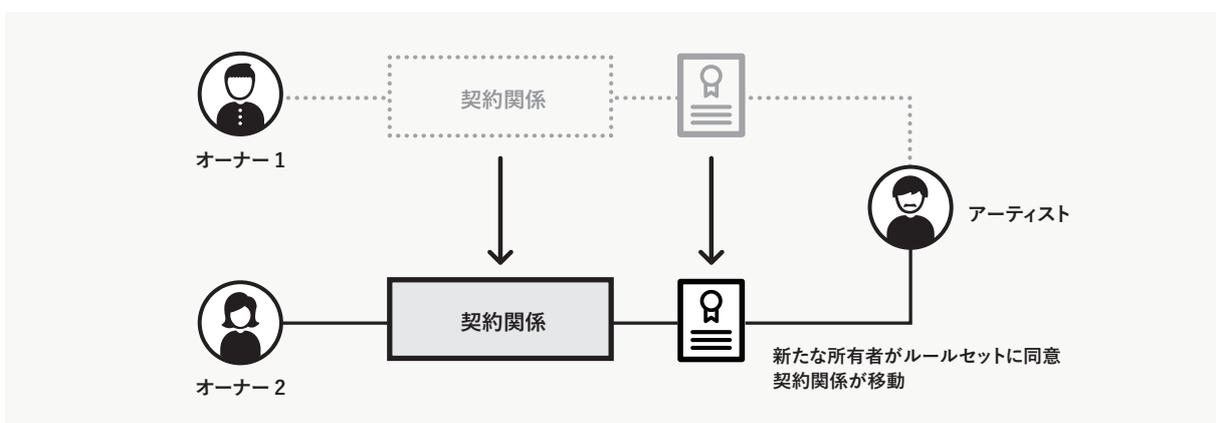


図 17: Startrail 証明書の移動に際する契約関係の移動

8.3 | アーティストとハンドラーの関係性

4章で述べた通り、作品ルールセットとハンドラールールセットを自動照合し、アーティストやハンドラーが望む形で作品流通の管理・促進を実現しています。

Startrailにおいては、作品ルールセットとハンドラールールセットの双方が合致した範囲内で、二次販売サービスを提供するハンドラーから作者に対して還元金が支払われます。法律上の追及権を考慮する必要がある場合、各ハンドラー

が最低還元率など、対応する法律に適切に準拠します。

なお、Startrail協議会は還元金の還元率の決定や回収業務を担当しません。還元金を請求する際に情報の提供などの形で協力することはありますが、還元金に関する契約は、アーティストとハンドラーの間で交わされたものであるため、Startrail協議会自体は契約当事者や回収業務の代理人には該当しません。

今後、Startrailは他の様々なプロジェクトと連携することで、シナジーを創出し、ユーザーに対してより大きな利便性を提供していきたいと考えています。

Startrailへの接続やStartrail協議会へのご参加に関心のあるプロジェクトの皆様は、
こちらの詳細からご連絡ください。

<https://startrail.io>

また、他プロジェクトやユーザーからのフィードバック等を基に、設計を含むこのホワイトペーパーの記載内容に変更があった場合や、マイルストーンにアップデートがあった場合など、随時ホワイトペーパーも新しいバージョンをリリースする予定です。

09

ロードマップ

2016	Q1	ブロックチェーン活用の検討開始
	Q3	Startrailの前身となるプロジェクトのモックアップの作成
2017	Q1	Startrailプロジェクトの設計開始
	Q2	Startrailプロトタイプ ver1.0の研究開発開始
2018	Q3	Startrail参画企業募集開始と同時にステークホルダーのヒアリングを開始
	Q4	Startrailプロトタイプver2.0の研究開発開始
		Startrailテストネット公開
		startbahn.orgでのStartrail連携運用開始
		5社とのStartrail連携PoCを発表 (丹青社、BTCompany、タグポート、Amatorium、Busunit)
2019	Q1	Startrailプロトタイプ3.0の研究開発開始
		AGホールディングスとのStartrail連携PoC発表
		Startrailの運営ガバナンスの設計開始
	Q2	Startrailプロトタイプ4.0の研究開発開始
		SBI Art AuctionとのStartrail連携発表
		4月実施のSBI Art Auctionに出品される4.5億円相当の作品を対象とし、希望者へStartrail証明書発行
		B-OWNDでのStartrail連携運用開始
	Q3	7月実施のSBI Art Auctionに出品される作品を対象とし、希望者へStartrail証明書発行
		Startrailプロトタイプ5.0の研究開発開始
		Maecenas (作品分割所有プラットフォーム)とのパートナーシップを発表
2020	Q4	Startrail White Paperリリース
		スタートバーンによるStartrail対応API公開 (パートナー企業から順次テスト利用開始)
		Startrailゲートウェイ加入企業募集開始
		Startrail協議会メンバー募集開始
	3月	スタートバーンによるStartbahn Cert.(ICタグによる作品実物との紐付けソリューション https://cert.startbahn.io)運用開始
		Torus(https://tor.us/)によるStartrail用White label(ログインソリューション)の公開
		Startrailメインネット公開
		著作権管理支援機能公開
		Startrail協議会運営開始
		ガバナンストークン運用開始
	Startrail対応API配信事業者の募集開始	
	Startrail追加機能の順次開発・公開	

このホワイトペーパーでの公開内容へのフィードバックを
 勘案し、反映を行った上で、2020年初旬にメインネットの
 公開を予定しています。

また、メインネット公開後も、更なる機能リリースを順次
 予定しており、ガバナンストークンによるガバナンスの運用
 開始も2020年上半期を予定しています。

10

チームとアドバイザー



Taihei Shii
施井泰平
スタートバーン株式会社
CEO



Sawako Ohno
大野紗和子
スタートバーン株式会社
COO



Tomohiro Nakamura
中村智浩
スタートバーン株式会社
CTO



Aiko Konabe
小鍋藍子
スタートバーン株式会社
アートインテグレーション室



Toshiya Matsumoto
松本年矢
スタートバーン株式会社
ブロックチェーンエンジニア



Hasnaeen Ferdous
ハスナインファドス
スタートバーン株式会社
ブロックチェーンエンジニア



Kensuke Ito
伊東謙介
スタートバーン株式会社
ブロックチェーンリサーチ
東京大学博士課程



Tomotaka Goji
郷友友孝
東京大学エッジキャピタル
代表取締役



Ryutaro Katayama
片山龍太郎
スタートバーン株式会社外取締役
元クリスティーズジャパン代表取締役



Tasuku Mizuno
水野祐
弁護士
シティライツ法律事務所代表
Creative Commons理事



Yuki Shichiku
紫竹佑騎
ブロックチェーンテクニカル・アドバイザー
株式会社ANDART 技術顧問
合同会社暗号屋 CEO
元Mr. Exchange (仮想通貨取引所) CTO

○ 執筆協力者(敬称略) 後藤大輝/松本光広/大森晃太郎/堀口祐美子/スラムメットクリスタント/能登兵衛/加藤明洋/北村仁/松本咲葵/高 仙雅

○ 挿入図作成(敬称略) 田端鉄平

スタートバーン株式会社 (Startbahn, Inc) について

スタートバーンは世界中のアーティストそしてアートに関わる全ての人が必要とする技術を提供し、より豊かな社会の実現を目指す会社です。

アート流通・評価のインフラとなる Startrail の構築を推進しています。

2014年に自身がアーティストでもある施井泰平が創業。

これまで累計4.7億円を UTEC、電通、SBI Investment、SX Capital 等から資本調達。

現在東京大学構内にオフィスを構え、30人(非常勤含む)の組織体制で運営しています。

会社ウェブサイト:

<https://startbahn.jp/>

参考文献

- Buterin, V. (2013). Ethereum white paper. GitHub repository, 22-23.
- Deloitte, A. (2017). Art & Finance Report 2017.
- Ginsburgh, V. (2005). The economic consequences of droit de suite in the European Union.
- Hiscox, A. (2015). The Hiscox Online Art Trade Report 2015.
- Hiscox, A. (2016). The Hiscox Online Art Trade Report 2016.
- Hiscox, A. (2017). The Hiscox Online Art Trade Report 2017.
- Hiscox, A. (2018). The Hiscox Online Art Trade Report 2018.
- Hiscox, A. (2019). The Hiscox Online Art Trade Report 2019.
- McAndrew, C. (2019). The Art Market 2019: An Art Basel & UBS Report. Art Basel.
- Wood, G. (2014). Ethereum: A secure decentralised generalised transaction ledger. Ethereum project yellow paper, 151(2014), 1-32.

