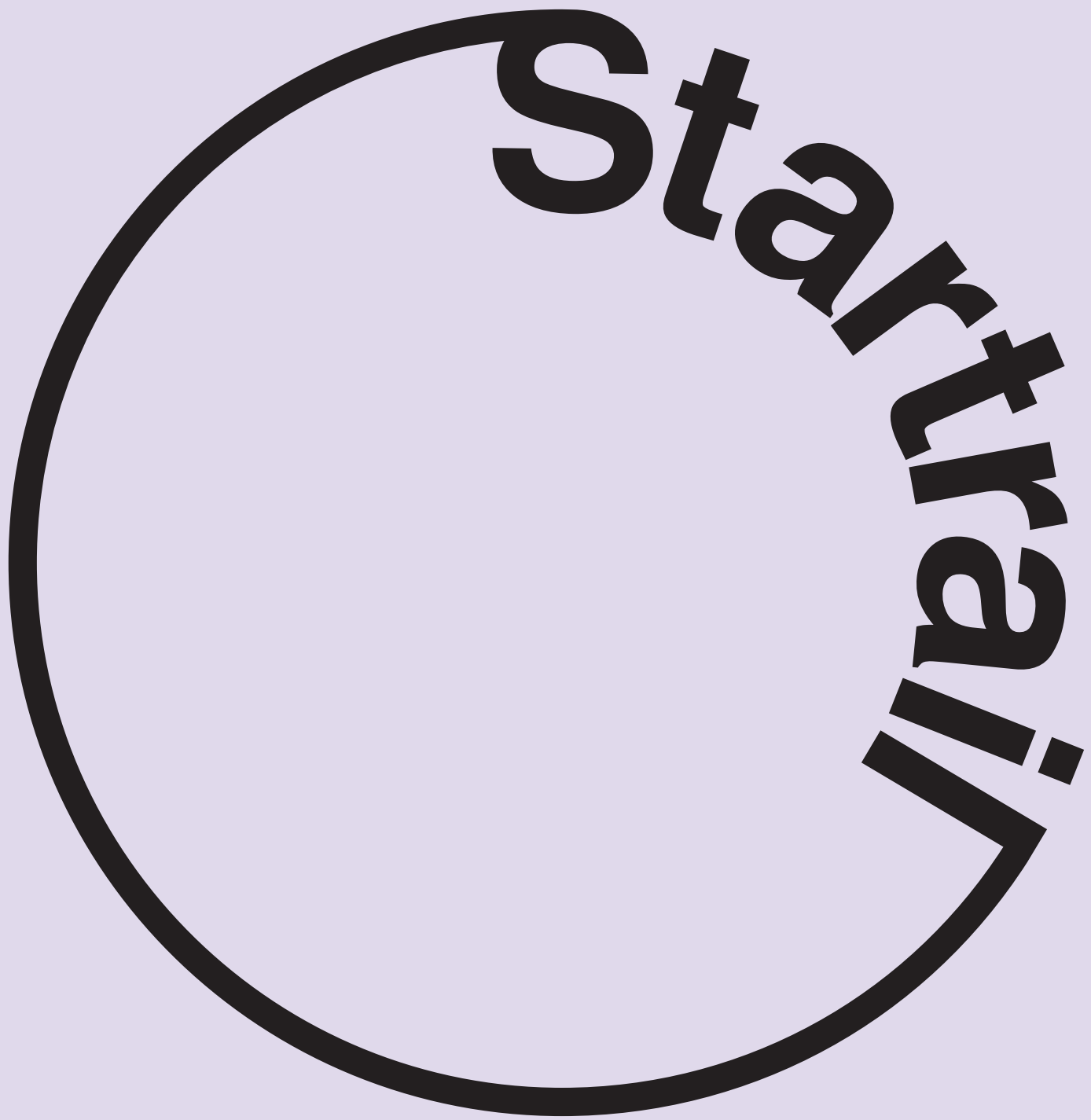




Art
Blockchain
Network

The White Paper

Soon to be the norm, infrastructure for art.

01	Startrail 的愿景	003
02	本白皮书概要	004
03	艺术区块链网路需要解决的课题	005
	3.1. 保证艺术品的出处及履历	005
	3.2. 对应新的交易管理方法	005
	3.3. 系统的可升级性及相互兼容性	006
04	关于艺术区块链网络	007
	4.1. 艺术区块链网络实现的解决方案	007
	4.2. Startrail 的运作模式	008
	4.3. Startrail 的功能	012
	4.4. 作品交易流程	015
	4.5. 与其他区块链项目的相互兼容性	016
	4.6. 隐私保护	016
	4.7. 可靠性管理	017
05	技术概要	019
	5.1. 以太坊	019
	5.2. 设计	019
	5.3. 隐私对策	021
	5.4. 安全性	022
	5.5. 支援	023
06	与其他区块链项目的相互兼容性	025
	6.1. 相互兼容性的必要性	025
	6.2. 实现与其他履历管理网络相互兼容性	025
	6.3. 使用相互兼容性实现作品分割所有权的平台之间的提携	027
07	Startrail 的治理机制	028
	7.1. Startrail 网络构想	028
	7.2. Startrail 理事会	028
	7.3. 治理令牌的职责	028
08	法律关系整理	030
	8.1. Startrail 理事会、Startrail 参加企业、利用者（艺术家、所有者）的关系	030
	8.2. 艺术品所有者、所有者之间的关系	030
	8.3. 艺术家与操作方的关系	031
09	流程图	032
10	团队与顾问	033
	参考文献	034

01

Startrail 的愿景

Startrail 是为艺术行业提供信用担保并支持艺术行业进一步发展的基础架构，由 Startbahn 株式会社设计与运营，为确保公益性将由近日内设立 Startrail 理事会进行运营。

该项目起始于 2006 年发表的利用科技创建艺术基础架构设施之构想。项目初衷是通过在作品二级交易时产生的部分销售利润返还给艺术家，来提升特别是难以与交易价格相匹配的新人艺术家作品的流动性，增加让其活跃的机会。即，在以二级交易时可获取利润分红^{*1}的前提下，就可适当降低首次交易的价位，如此一来便能提高与购买者间价格意愿匹配的几率。

但艺术品包括从个人间销售到通过大中小型机构交易的多种交易渠道；除买卖交易之外，还存在展览、评论、鉴定等多种定价历程。且艺术属于全球性经营，其形态多样化，既包括仅在小型社交圈内结束交易生涯的艺术品，也包括跨越国家及时代来定义价值的艺术品。为追踪艺术品交易，保证其价值，并实现已售作品的利润返还，则必然需要一个能将所有利益相关者连接的系统。再者，即使取利润分红为例来说，也不乏降低二级交易流动性的可能，对所有参与者应用统一规则的机制而言仍存在一定局限性。这里列举的例子仅反映了行业的部分问题，要满足艺术行业所有利益相关者的需求，尚有许多障碍需要克服。

在前述众挑战困扰行业 10 多年之久的后，区块链技术的应运而生，给项目未来带来巨大可能性。借助区块链技术，所有利益相关者都可在保护客户隐私及各自品牌之同时，共享整个艺术品行业的有用信息。通过让每位用户都可自定义各自希望的交易及定价方法，无论是不隶属任何组织的新人艺术家，还是由大型画廊及大型拍卖行处理的

顶级艺术家作品，都可得到平等无差别的处理；作品的长期价值担保与继承也变为可能。关于利润分红还原的设定部分，即使在未执行适用法律的国家或地区中，艺术家也可任意设置利润分红，且负责管理的人可代为操作。此外，在设计方面，可在面对细化需求及不断变化环境的同时，针对每位用户摸索对其最佳的交易方案。这不仅对艺术家，且对所有艺术价值评定方、价值担保方和价值继承方，例如画廊、管理方、收藏家、经销商、评论家、策展人、鉴定师、博物馆及拍卖行来说都是有价值的基础架构。

Startrail 的设计最大化的实现了区块链的可能性。团队从实现向艺术家返还利润的方法开始，在摸索过程中，不断寻求一种在整个作品生涯中将利益相关者连接的机制，最终成就了这个可同时应用于版权管理及发行管理的理想基础架构。项目初期由 Startbahn 负责构建，通过将运营交由 Startrail 理事会实现“去中心化”。我们的目标是为整个艺术产业建立一个可持续、不可或缺，即使 Startbahn 与初期运营者从世界上消失后，也可继续运营的基础架构。

艺术是在智人或智人之前就出现的人类活动，作为产业已发展了 250 年，并会持续成长的特殊产业。我们希望可以为这个美妙行业的进一步发展价值继承做出贡献。

我们相信，Startrail 设计是目前人类可想到的最完美的设计，但这仅是面向即将到来的区块链时代迈出的第一步。我们会与今后的参与者一同进行持续的更新和扩展。我们承诺，将致力于把区块链技术的潜力发挥到最大化及最适化，管理好旨在发展整个行业的“去中心化”基础架构。

Startbahn 株式会社总裁、Startrail 创始人：

施井泰平

02

白皮书概要

目前包含在线市场在内，艺术市场在持续扩大的同时，赝品混入问题非常严重。这样一来不仅难以保障艺术作品的可靠性及价值，且在二级交易市场上几乎无法对作品版权等进行管理。该问题可归因于管理艺术作品出处及履历可靠性根源的系统目前并不完善。(3章)

Startrail 是一个活用区块链技术管理艺术作品所有权及履历，可从过去至将来管理作品二级交易，且具备灵活性及跨国性的艺术行业基础架构。首先，将艺术作品注册到 Startrail 后，在区块链上即会发行作品证书来证明作品所有者之所有权及记录履历。此外利用这些信息，版权管理及版本管理、作品的二次使用(包含二次创建)、利润分红收受等可通过使用智能合约^{*2}的自动合约执行程序来实现。该方法通过满足作品的作者，即“艺术家”，和经营作品的“操作者(包含画廊等相关运营商及非营利的艺术相关机构)”需求的方式来实现作品的交易及管理。Startrail 不仅利用了区块链的防篡性能来进行信息管理，更致力于成为持续应对市场变化及技术发展，迎合市场全球化的综合基础架构。通过社区自治，Startrail 还将实现可更新性及与其他项目/网络的相互兼容性。(4章)

Startrail 中使用的是具备技术信息可靠性及系统公共性的公有链。以信息公开为基本思想的区块链，一直被认为存在忽略隐私保护的风险。Startrail 通过允许将信息有选

择性的写入区块链/与脱链数据库的链接，且每个 Startrail 账户可拥有多个钱包的方式来解决该问题。此外，在区块链和现实世界的界面处发生的记述数据可靠性问题也是一个很大的议题。我们通过针对 Startrail 参与者实施适当的认证，排除恶意用户，通过在区块链内建立数字数据来综合性的解决该问题。(4章)

Startrail 采用的以太坊区块链是一个如上所述，兼具公共性及合约自动执行性，在现今世界中被广泛应用的公有链。通过使用 Openzeppelin SDK 提供的 ERC721 标准，实现与其他项目及钱包的链接及简易开发功能。为降低使用区块链时所产生的交易成本，即 GAS 费用^{*3}，我们采用平台方负担此费用与适当切换数据存储方法的机制；为保障安全性，我们将采取适当导入访问权限管理及私钥管理等措施。(5章)

Startrail 与艺术行业中其他区块链应用的不同之处，不仅仅在于它具备履历管理及作品交易规则及利润分红的功能，还在于其采用了以治理令牌为基础的治理方式，可根据参与者的共识来进行信息更新(7章)。此外，合约地址同处于以太坊网络中的项目可相互转移，并可通过网关公司^{*3}在区块链之间转移令牌(6章)。作为开发主体的 startbahn 秉承对艺术行业的尊重，在保持艺术行业品牌与信誉的同时，以提供新的价值为目标而创建了这个基础架构。

Notes

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

03

艺术区块链网络需要解决的课题

根据 McAndrew (2019) 公布的数据, 2018 年全球艺术品市场的交易额同比前年增长 6%, 高达约 674 亿美元(约 7 兆日元)。包括在线市场在内, 整个市场一致呈现扩大趋势。另一方面伴随市场的扩大, 艺术品赝品的混入呈现问题化。如 Fine Art Expert Institute (FAEI) *⁵ 在 2014 年调查报告中称, 当下市场上交易的艺术品中, 50% 为赝品。这样的结论引发了大量的讨论。赝品的混入, 让艺术作品

的真实性与其价值的证明变得愈发困难, 二级交易市场中几乎不可能对作品版权进行管理。针对这一现象, 目前已出现利用区块链技术的耐篡改性来管控履历的解决方案, 尽管多种多样的相关服务在开展, 但我们认为当下迫切需要开发一种可满足业界所有当事方需求的网络。

3.1 保证艺术品的出处及履历

尽管交易的艺术作品是否为真迹(出处)、迄今为止被何人所经手(履历)等信息的准确记录是艺术界信任之基础, 但在作品交易过程中赝品混入问题仍然非常严峻。产生该问题的主要原因是目前在交易中未有形成统一的标准及管理方法, 而依赖于易被伪造、篡改或复制的纸类证书。在这种情况下, 该证书因无法完全用来鉴别, 导致作品的出处及履历必须每次交由专家花长时间进行鉴定。除却对当前形势的这种认知外, 我们的努力亦与艺术产业发展及变化密切相关。从全球艺术市场来看, 2018 年的交易额同比前年增长 6%, 交易数量创下自 2008 年以来约 3980 万次的历史新高(McAndrew, 2019 年)。需要管理的作品金额数量越大, 其出处和

履历管理就更为复杂化, 使用传统方法来确保信息的准确性就变得愈发困难。另外技术发展给艺术市场带来的影响也不容忽视。随着复制技术的发展及可复制型作品交易扩大趋势的持续, 今后其相对应的技术管理的需求会更加明显。基于上述背景, 我们认为保障作品的出处和履历, 维护和提高艺术产业的可信度是 Startrail 迫切需要解决的课题。

3.2 与新的交易管理方法相互兼容

保障作品出处及履历的安全性对使用现有制度来维护艺术行业的信誉有很大帮助。例如, 目前讨论正热的一个话题是, 每次艺术品在二级交易市场上重复销售时, 将销售额的一部分利润分红给作品创造者的转售权制度(Resale-Rights)的利弊, 其中一个主要的反对意见是, 包含监控作品出处和履历的交易记录需要花费的成本非常高(Ginsburgh, 2005)。此外, 将作品的所有权分成小部分并将其单独交易(Fractional Ownership)时, 如何确保作品以及分割所有权的来源和出处也是一个需要解决的课题。受限针对出处和履历记录进行管理的成本之高昂, 作品

在二级交易后, 版权和交易规则难以被合理遵守的现象也将大幅增加。前述是建立目前所提出的几种新分配管理方法的基础背景, 这种认知有可能为艺术及文化带来前所未有的发展。基于以上对将来的考量, 我们认为有必要开发设计一种能涵盖新交易管理方法的基础架构。

3.3 系统的可升级性及相互兼容性

保障出处及履历的新型交易管理的构想非常重要，但这种构想也并非最近才出现，尤其自2010年后的几年内，艺术管理及具有类似目的性的贸易在线平台不断被开发出来(Hiscox, 2015; Hiscox, 2016; Hiscox, 2017)。特别是最近的很多提案中，都包含与 Startrail 同样使用区块链来防止伪造作品信息(Deloitte, 2017; Hiscox, 2018; Hiscox, 2019; McAndrew, 2019) 的设想。这些趋势看似对艺术行业有利，但我们认为存在两大问题。其中一个问题是，并非所有的提案都充分考量了艺术行业特有的行业结构。艺术行业是一个需要根据艺术文脉来对作品进行评价，而非通过单纯地减少中间交易环节来进行简化的独特结构，如果是未能考量到各参加方的激励制度而进行的设计，那么它作为基础架构则很难得到普及。另外一个问题是，在无序林立的各平台之间很难进行规格的充分统一，作品的管理仅

局限于特定平台，便利性低，再加上各种规格的杂乱存在，导致在线艺术市场本身可能进入饱和状态^{*6}。在这种情况下，为了通过在线化让更多人获得利润，则需要根据艺术产业的结构与新技术的兴起，适当地更新规则设置与伴随出处及履历登记信息的格式(可升级性)，与类似其他平台之间进行记录的交换(相互兼容性)。

本章介绍了 Startrail 致力解决的3个问题。作品出处及履历的保证可提高艺术行业可靠性；以信用为前提融入新的交易管理体系可实现广泛应用；系统的可升级性及相互兼容性可让 Startrail 能顺利进入现在的艺术业界。Startrail 作为因解决各类问题而形成的综合数据库，通过开拓新收藏家及促进金融操作方的加入，不仅可为振兴市场做出贡献，更可以让以美术馆为代表的公共机关进行收藏作品的选择及租赁，从而让整个艺术行业获利。

Notes

- * 5 http://artdaily.com/index.asp?int_sec=11&int_new=73562#.XU5OLJP7QWq (2019 年 8 月 9 日閲覧 accessed August 9, 2019) 以及根据 Deloitte (2017)，艺术品运营者的 81% 及资产管理人的 83% 的回答是，来历及出处不明引发的赝品及作品伪造是诋毁市场信用的最大要因。
- * 6 实际上，依据 Hiscox(2018, 2019)，近年来在线艺术市场的同比增长率一直呈现下降趋势。

04

关于艺术区块链网络

4.1 艺术区块链网络实现的解决方案

我们的目标是通过艺术区块链网络解决第3章所提及的艺术行业课题，并为艺术品交易提供新的可能性。Startrail 是通过活用区块链技术具备了以下3个特征的提供艺术行业的信用担保与支持其进一步发展的基础架构。

①保障作品的出处及履历

通过将作品注册到 Startrail，可在区块链上发布包含作品信息及作品交易规则的作品证书(4.2.2)，允许所有者对该作品的所有权进行确权，验证真伪并记录作品履历(4.3.1)。

②与新型交易管理体系的结合

通过发行作品证书，亦可实现作品二级交易及版权的管理。被称作操作方^{*7}的从事艺术品的事业体及机构等，可针对每件作品发行与该作品证书匹配的操作方信息及可记载作品交易规则等的操作方注册书(4.2.3)。通过将作品证书中规定的作品交易规则与操作方注册书中的内容进行比照，可在尊重艺术家意愿的同时，针对操作方业界独有的市场特性进行作品经营及事业运营(4.3.2)。

在二级交易市场作品交易中，区块链上记载的作品交易规则(复数规则的集合)与作品证书的所有权同样也将所有者间被继承。交易完成后，从机制上，交易规则可根据作者与当前所有者间的协商内容而进行变更，以此实现合理的利润分红^{*8}的分配(4.3.4)及所有权分割(6.3)。

③系统的可更新性及相互兼容性

Startrail 是一个采用区块链技术，实现在无特定管理者存在的前提下，记录所有权及履历的基础架构。为适应市场变化及技术持续发展，它以参与方协议为基础而形成的治理系统，可进行灵活扩张与更新(7章)。此外，为实现世界各地艺术行业的链接，Startrail 开发了平台及服务商能轻松参与的开放型 API 接口，使其能够和其他在区块链上提供证书发行、履历管理及分割所有权等类似服务的平台相互兼容(4、5、6章)。

Startrail 在全方面设计理念中，特别重视不基于特定理念对所有参与者进行强制要求，而是努力让参与者能在透明及耐篡改的环境中进行高度灵活的条件设置，建立共识。

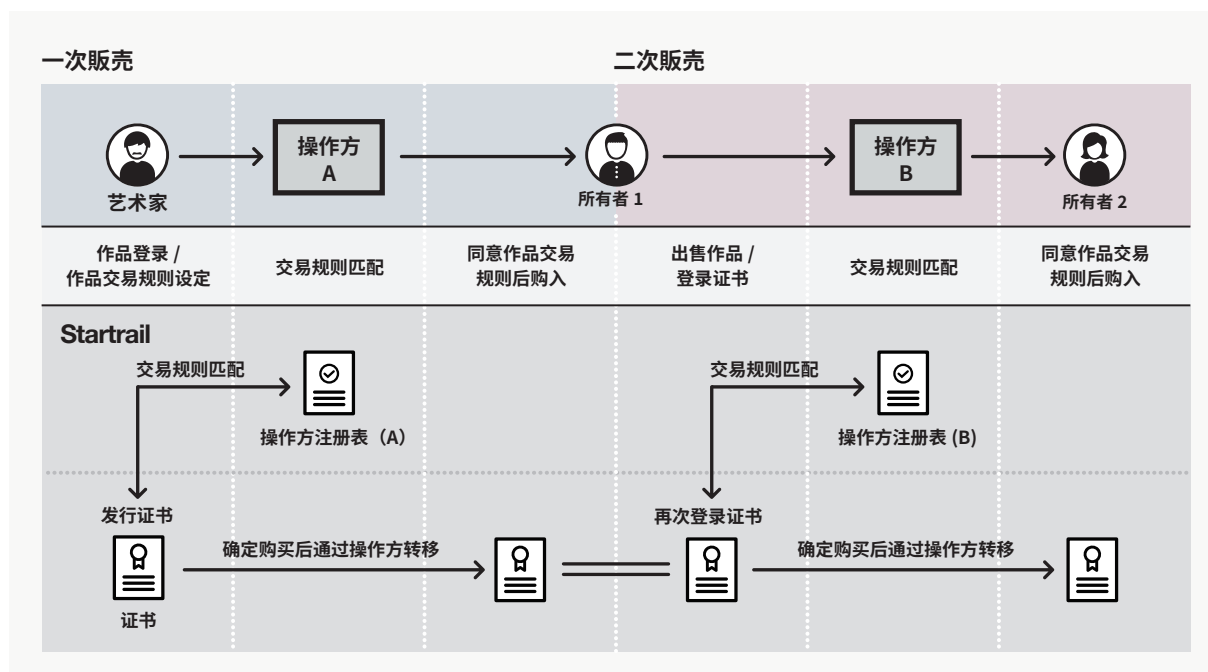


图1：Startrail 的设计理念

4.2 Startrail 的运作模式

4.2.1. Startrail 的构成及名词整理

Startrail 的构成

Startrail 的构成如下方模式图所示：

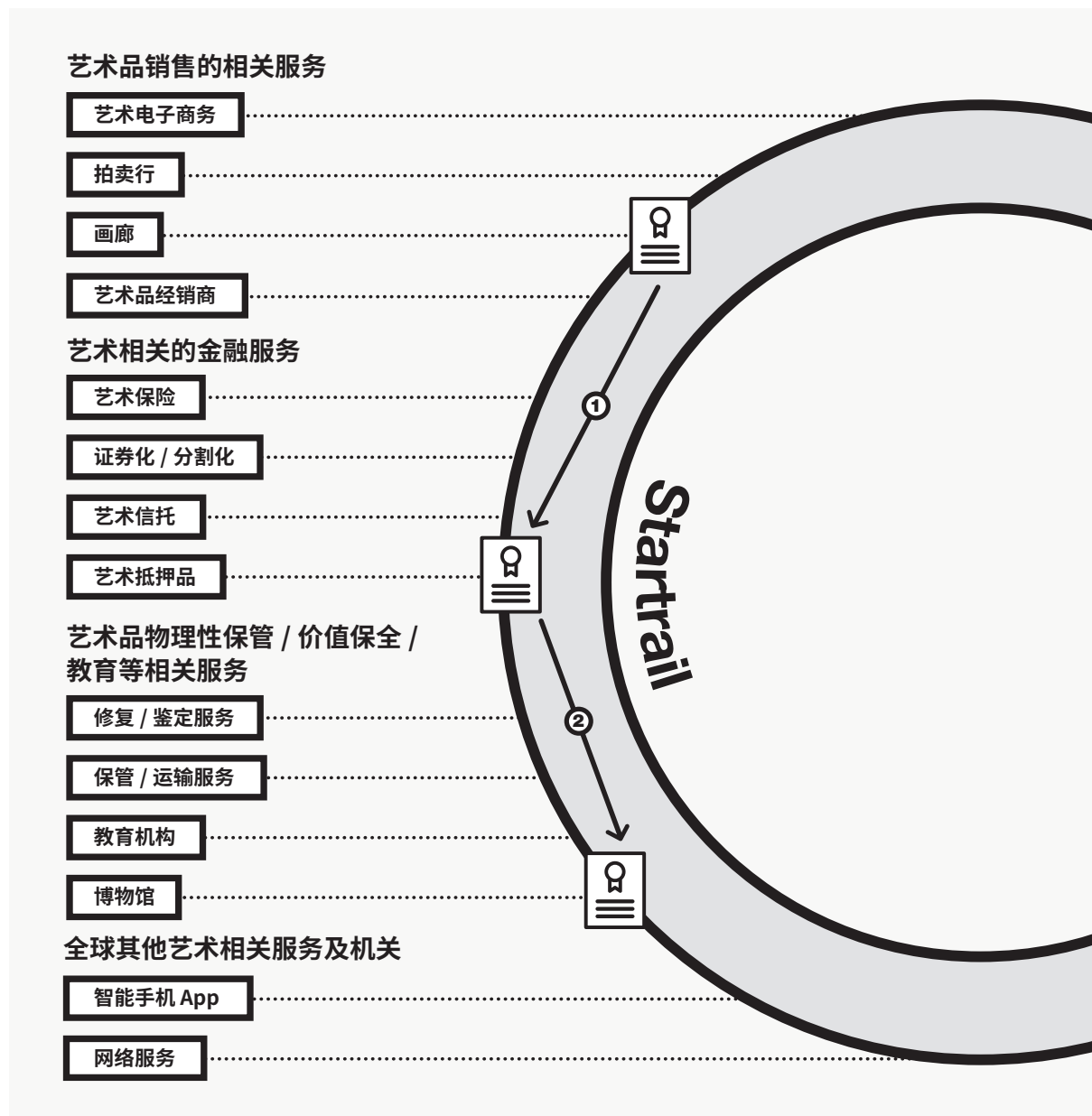


图 2 :Startrail 构成图

用词定义

Startrail 中出现的特殊词汇定义整理如下：

表 1：用于说明艺术区块链网络（Startrail）各用词定义

Startrail（艺术区块链网络）	— 美术作品的注册 • 履历管理 • 交易 / 支持版权管理 • 收益分配的网络
Startrail 参加者	—— 参与 Startrail 网络的用户由以下 A~C 构成
A. 平台	—— 通过接受 Startrail 理事会的认证，可直接将系统接续 Startrail，在平台上展开(做成) 运营艺术作品的各种操作方的参加者。
A' . 操作方	—— 在平台中，Startrail 生态系统与提供艺术相关多种功能的参加者。在 Startrail 中负责转移作品证书及追加履历等。后面将说明 Startrail 会针对每个操作方发行一组操作方注册表单。
	涉及艺术品买卖的运营商，如画廊、艺术 EC 网站、艺术品经销商、拍卖行
	艺术品物理性保管 / 价值保全 / 教育等与履历相关的运营，如博物馆、教育机构、修复 / 鉴定服务、保管 / 运送服务
	艺术金融相关商业公司，如经营艺术品保险的保险公司、艺术品信托公司、提供艺术抵押贷款的金融机构、投资相关公司等
B. 艺术家	—— 作为作品的作者将自身作品注册到 Startrail 的参加者。艺术家是创作作品的版权所有者，在 Startrail 上拥有设置版权许可等规则的权力，若伴随作品交易产生了利润分红，则属于利润分红的收益权力者。艺术家可是本人，也可能是受艺术家委托的代理人(经纪画廊等)。
C. 所有者	—— 无论法人还是个人，通过买卖或转让取得了艺术作品所有权的参加者。若艺术家持有该作品，则所有者=艺术家。

4.2.2. 发行 Startrail 证书

Startrail 针对每个注册作品发行一份作品证书。作品证书中将针对这两类的记载内容做解说。
书主要内容包括“作品信息”和“相关帐户信息”，在下文

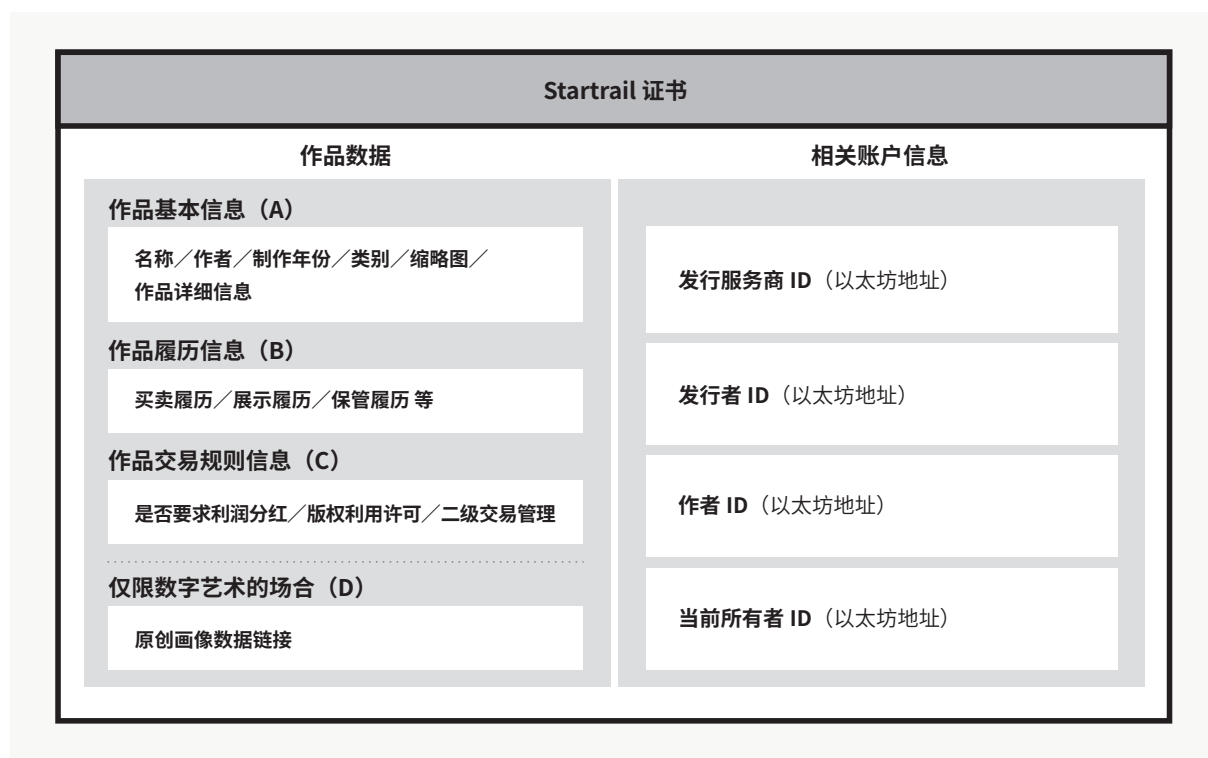


图 3：作品证书包含的内容

作品信息

A. 作品基本信息

该栏记录每件艺术品的相关基本信息，且除记录常规纸质证书内也有的诸如“作品名称”、“作者姓名”、“制作年份”与“制作手法”等内容^{*9}外，在设计上，它还可记录作品在二级交易市场出品后为鉴定真假而参考的电子数据(图像、有机波谱分析数据等)。这类信息原则上即便在作品交易后也不需要变更(作者可追加语言选项或其他详细信息)。

B. 作品履历信息

记录每件艺术品的履历信息。履历信息会在进行各种交易时被记录下来，内容包括下面表中列出的交易日期、时间、操作方名称、交易类型(初级交易、二级交易、离线交易等)、交易位置及所有者ID等信息。且不仅限于买卖信息，作品的获奖经历及修复记录也包含在内。如果属于已在二级市场交易中交易的作品，若其之前的纸质证书/履历信息等尚存，便可将这些信息用数据归档电子版，并作为非公开信息记录进链接中。

时间戳	操作方	类别	位置	所有者 ID	鉴定书 ⓘ	...
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	...

图 4 : 作品履历信息中的记载内容

C. 作品交易规则信息

记录作品交易规则的相关信息。作品交易规则记述作者(或其代理人)可在作品的二级交易时设定的规则，包括有关授予作品所有者的版权许可之相关信息。可在作品交易规则

中设置的交易与版权管理相关的项目示例如下图所示。

Startrail 证书	
二级交易时的利润分红 不需要 收取 () % 不收取 (发生交易时也不收取)	得到作品作者关于版权利用的许可 作者 (或得到作者认证的经纪人) 有权编辑 • 营利 / 非营利 (教育, 研究利用 / 记录保管用 / 无料展示 等) • 主题 / 利用目的的限制 (政治 / 宗教 / 特定的主题 等) • 复制 (形态) • 展示 • 改变 / 改编 (二次创作的类别 / 形态) • 转让 / 租借 (有偿 / 无常转让 等)
销售流通管理 面向特定国家 / 地区的流通限制 面向特定服务商的出品限制 转售期间的限制	可统一设定 (根据 Creative Commons 的 6 阶段规格进行设定等)

图 5 : 作品交易规则中可设定的内容

D. 原创作品数据的链接

Startrail 区块链证书为实体艺术作品的所有权提供相关证明。电子交易中，可通过链接对区块链上的艺术品所有权进行记录和管理。目前 Startrail 正在针对分布式存储机制 IPFS (Interplanetary File System) 进行实际使用可行性认证，计划待 IPFS 的运行稳定性得到确认后，通过 Startrail 与云存储的访问机制来进行运营。

作品相关的账户信息

各作品证书内均记载与该作品证书相关联的 Startrail 参与者之以太坊地址。该地址为平台及操作方的合约账户地址^{*10}，或是用于移交证书的外部账户地址(EOA)。EOA 地址包括证书发行者、作品的作者(或其代理人)、所有者(从过去至现在)的 EOA 地址(其中一部分是任意记述)。

前述 Startrail 参加者的以太坊地址，具有管理信息记录者、利润分红接收者、有权限修改(或承认)交易规则者的作用。

作品证书的发行

作品证书的发行有两种方法，其一是由作者本人(若作者本人发行困难时则由作者直接委托的代理人)发行(=“一级发行”)。

这种方法最为理想，因其可设定包含版权许可及分红在内的作品交易规则，并链接作者的以太坊地址，所以其他参与者可对该信息予以信赖。

另一种方法，是将现有的艺术作品注册到 Startrail，这些指的是已由所有者或交易相关者拥有的艺术品。对于此类二级交易作品，所有者或交易相关者可针对其发行作品证书(=“二级发行”)。在二级发行中，作品证书的发行并不需要作者本人的认证，无法设定作品交易规则，亦无法与作者的以太坊地址进行关联^{*11}。

关于该二级发行，在当今艺术业界，是由拍卖行在拍卖处理时，以二级交易为目的发行销售证书，博物馆为保管目的发行收藏品注册书来反应实际情况。另外，大家已经认识到对作为文化财产的艺术品进行数字档案整理的必要性，即通过博物馆等公共机构，将作品的所有者进行集体登记作品信息，以实现作为公共财产的艺术品的保全。此外，针对已经拥有众多收藏品的所有者，我们为其提供作品信息管理的新架构。

4.2.3. Startrail 上各操作方发行的操作方注册书

连接到 Startrail 的每个操作方，可设置并发行与作品证书匹配的“操作方注册书”。该操作方注册书记述 Startrail 上每个操作方注册的基本信息，如操作方所在地、运营方针等。

正如艺术家可在“作品交易规则”中设定作品的处理方式，每个操作方有权在操作方注册书中的“操作方交易规则”里设定处理作品时的诸多条件及利润分红方针。Startrail 通

过比较“操作方交易规则”与“作品交易规则”的内容将艺术家和操作方进行匹配，力图满足所有相关方的需求。

Startrail 证书	服务登录书
作品基本信息 (A) 名称 / 作者 / 制作年份 / 类别 / 缩略图 / 作品详细信息等	服务基本信息 (a) 服务商名称 / 运营者 / 国籍 / 类别 / 执照信息等
作品履历信息 (B) 销售履历 / 展示履历 / 保管履历等	服务商履历信息 (b) 服务商诸多信息变更履历 / 交易规则变更履历等
作品交易规则信息 (C) 是否要求利润分红、版权利用的许可、二级流通管理	服务商交易规则信息 (c) 有无利润分红、接收作品的条件

图 6 :操作方注册表中包含的内容 (与作品证书的比较)

操作方注册书

操作方注册书包含以下a~c要素

a. 操作方的基本信息

Startrail中各操作方的注册信息，包含操作方所在地 / 运营商等基本信息。

b. 操作方的履历信息

操作方交易规则的变更等操作方相关的履历信息。

c. 操作方交易规则相关信息

由操作方运营商设定，展示操作方运营及处理作品的相关方针(交易规则)的信息。除了作为操作方所制定的利用守则之外，还具有将自己公司在Startrail中接收和经营作品的方针标注到区块链上的职责。具体包含通过交易时是否存在利润分红(若有的话利润分红对比交易金额的比率)及接受作品证书所要求的条件等。通过与作品证书内容的A至C进行核对，可通过智能合约^{*12}来控制作品的交易^{*13}。

4.3 | Startrail 的功能

4.3.1. 履历管理

管理作品的履历对防止赝品而言至关重要。众所周知，艺术品的价值不仅限于作品真假及作者，而且受作品所经历的历史的影响。作品履历不仅包括作品买卖经历，还包含作品的展示、保管及修复等与作品价值相关的所有履历记录。

前述的关于作品的来历信息都记载在Startrail上。通过这一操作，将迄今为止分散到各地的作品履历在区块链上集中记录，确保作品可靠性并孕育作品价值。

此外，由于现在的作品在广域范围内都会进行二级交易，导致即使是作者也难以掌握作品当下所在的位置，进而造成举行回顾性展览与目录^{*14}综合汇编的障碍。这意味着无论从实物还是信息角度来看，通过在区块链上记录及共享

作品履历，保全作为全人类共同财产的艺术品，都更加可行。

履历信息的记录，基本上是以买卖、展示、修复和管理等行为所在的操作方为单位进行，进行交易的个人姓名及地址等个人信息并不会被记录。其中，通过将记录来历的操作方信息也一并记录，可将操作方迄今为止在业界积累的品牌与信用一并反映到Startrail中。

4.3.2. 通过交易规则进行交易 / 版权管理

Startrail在设计上实现了不仅能管理作品所有权，还可进行作品相关的版权及二级交易规则的管理。

当出现版权的部分使用许可情况时，迄今为止的做法是需要作者或版权管理团队与当前所有者单独拟定及缔结合约，但实际上该交涉过程实践起来有很大的障碍。可以说这种许可协议的阈值高度在保护作者版权同时也成为阻碍作品得以更充分利用的瓶颈。关于作品的二级交易也同样，因转售相关的协议事项等每次都需要缔结合约，故实际操作非常困难。

因Startrail采用最初设定的交易规则与作品所有权一同被继承的机制，故作者无需再次与各所有者单独缔结合约，该机制对作者、所有者和交易相关者均有利。因作者可提前为所有者设定许可的范围，因此作品所有者与交易相关者不需要每次就利用许可与作者联系，这降低了作品经营的交易成本。

本次使用的以太坊区块链具有称之为智能合约的自动合约执行功能。使用该功能时，若在区块链上可否自动管理的选项里选择可被自动管理的合约内容，就可根据契约内容自动执行对合约的操作。举例说明，可通过智能合约控制的内容，判断某个作品是否可以注册到作品特定的操作方中，控制作品证书的移转，按区块链上的利润分红^{*15}合约比率分配，作为二次创作/版本作品的相关证书链接^{*16}等。

另一方面，关于版权许可相关的合约内容，实际上控制执行不仅存在于在线平台，且与现实世界也多少相关。

例如关于某个作品的展览/改变/商业化等相关的许可协议就属该情况。仅通过区块链，无法对这些合约内容是否有被遵守进行判断，但区块链上记录了可以明示的许可承诺范围和合约内容，以及在确认该内容的基础上，双方(作者/所有者)达成合意的事实，包括日期与时间在内，这些在日后出现确认必要性时可作为依据。

以下为伴随作品的所有权移转，新所有者与作者间缔结新合约以及作者与当前所有者之前关于修改作品交易规则的机制说明。

1. 作品的作者(或其代理人)，在作品证书中设置“作品交易规则”，明示授予作品所有者版权权力用权限的范围。
2. 作者设定的作品交易规则记述作品在区块链上交易时所有权的移转证书。权力者在转移的同时，证书的权力和版权的权力者也同时进行移转。此时在法律上，作品作者和新所有者间新的许可协议关系成为一对一的缔结形式^{*17}。
3. 作品的所有权已从作者转移到其他所有者后，若希望进行作品交易规则的升级，则需要作者与当前所有者之间达成协议(流程为一方提出提案，另一方批准)。

4.3.3. 作品证书之间关系性的记述

Startrail用交叉引用的方式对作品证书之间的关系进行记述，包括记录某一作品的具体版本信息，确认其他版本信息，或对二次创作物进行认证。

通过记述区块链上作品证书间的关系可获得如下好处：

- 多数作品证书的现存版本应以与原作品版权相同的方式进行处理，可在不相互矛盾的前提下进行版权许可的设定及管理。

- 可进行得到作品作者同意的二次创作物认证及包含原创作品在内的收益利润分红。
- 设定最大发行量是作者保证作品稀缺性的一个非常重要的约束事项，通过区块链上的智能合约，可自动控制不会发行超过一定数量的版本证书。

4.3.4. 利润分红

Startrail 具备即使在二级交易中作品的作者也可获取分红的利润分红机制。由作者发行作品证书的作品在每次交易后，作者均可根据作品交易规则及操作方交易规则获取利润分红。

当下以欧洲为首的一些国家与地区已引入转售权(Artist Resale Rights)，Startrail的利润分红制度并不限定已引入转售权的国家，只要作者与运营作品的操作方达成协议就可实现利润分红功能。

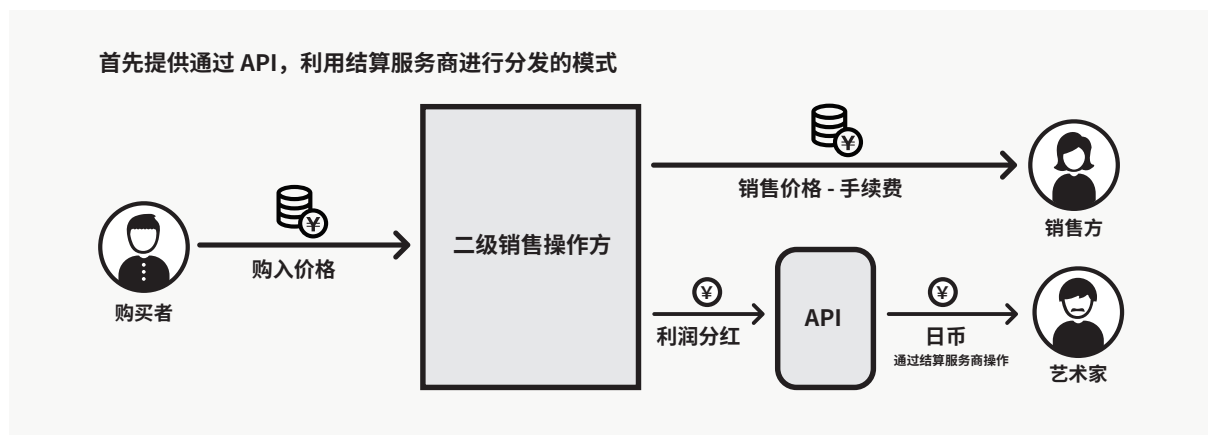


图 7：利润分红的架构（链下）

利润分红的支付从设计上可对应链下(区块链外)及链上(区块链上)汇款功能。链下汇款将通过引入结算运营商功能

来实现。

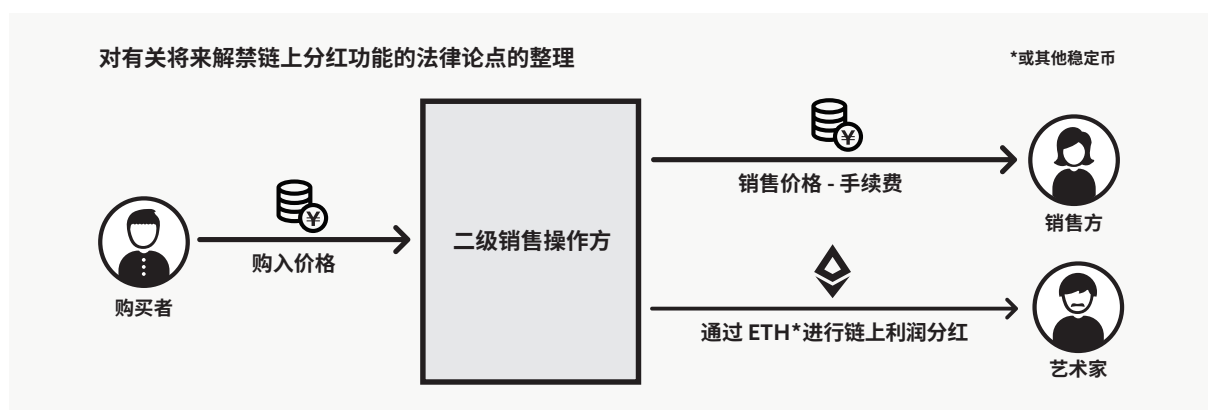


图 8：利润分红的送金架构（线上链）

Startrail 计划通过从法定货币和以太币(以太坊网络上用于交换的虚拟货币，ETH)或其他价格稳定的加密货币，如稳定币，之间的交换来实现链上汇款。然而，考虑到当前每种货币的高波动性以及各国对加密货币汇款相关法律法规的不确定性，我们计划首先使用链下汇款，链上汇款计划则在未来开始实施。

○ 作者针对各作品的利润分红的设定

艺术家/作者可事前在作品证书内的作品交易规则中设定如下问题：作品的操作方【是否要求利润分红】，【(如要求的话) 分红是作品买卖金额(* 扣除消费税等各种税收及运

费等相关费用) 的百分之几以上】。

另一方面，操作方可在注册书中规定希望的“利润分红比率”。只有当这一比率高于作者要求时，操作方才有资格经营作品。也就是说，只有符合操作方设定的利润分红要求的作品，才被许可可以在该操作方的平台上运营。

关于利润分红制度，目前存在其导入是否会阻碍作品交易的担忧。但 Startrail 的认知是，首先支持在已引入转售权的国家/地区实施，针对还未引入转售权的国家/地区，则只要作者与运营作品的操作方达成协议就可实现利润分红，即我们希望遵照市场原理来进行平衡运作。

○ 向其他利益相关者分发利润分红

艺术家/作者可将获得的每件作品受益权的一部分分配给代理自己经纪业务的代理人(画廊等)以及展览设施/教育机构或支援自己创作活动的利益相关者。

这一功能旨在实现一个通过多个利益相关者相提携,来分享风险与利益的机制。因此,艺术家在当前活动资金不充足的情况下,也可轻松地进行创作与展览等活动,

4.4 作品交易流程

作品的交易在艺术家、操作方与持有者构成的生态系统中进行(此处指买卖,除买卖外还有存在捐赠、保管及修复等使用型方式。但为了便于理解,本节仅就买卖来举例说明)。

○ 艺术家和操作方间进行的一般性线上交易

作者和操作方通过链上方式交易作品的流程如下所示,这里的操作方为销售服务商。

1. 作者在同意操作方交易规则前提下,设定作品交易规则。
2. 购买者同意作品的交易规则并购买商品。
3. 购买者向操作方支付作品售款。
4. 将作品证书暂时从 Startrail 中作者账户转移向销售服务商账户。

5. 作者或者操作方将作品发送给购买者。

6. 确认购买者收到作品后,作品证书由销售服务商账户转移至购买者账户,在该销售服务商(一级销售操作方)销售记录内增加作品证书的履历。

7. 销售服务商向作者支付销售款。

二级交易市场中的作品在用户之间买卖时,交易流程基本相同。作品所有者通过操作方出品时,只有作品交易规则与操作方交易规则一致时才可成功。付款时需扣除手续费与利润分红的款项;利润分红支付给作品作者;手续费支付给操作方。

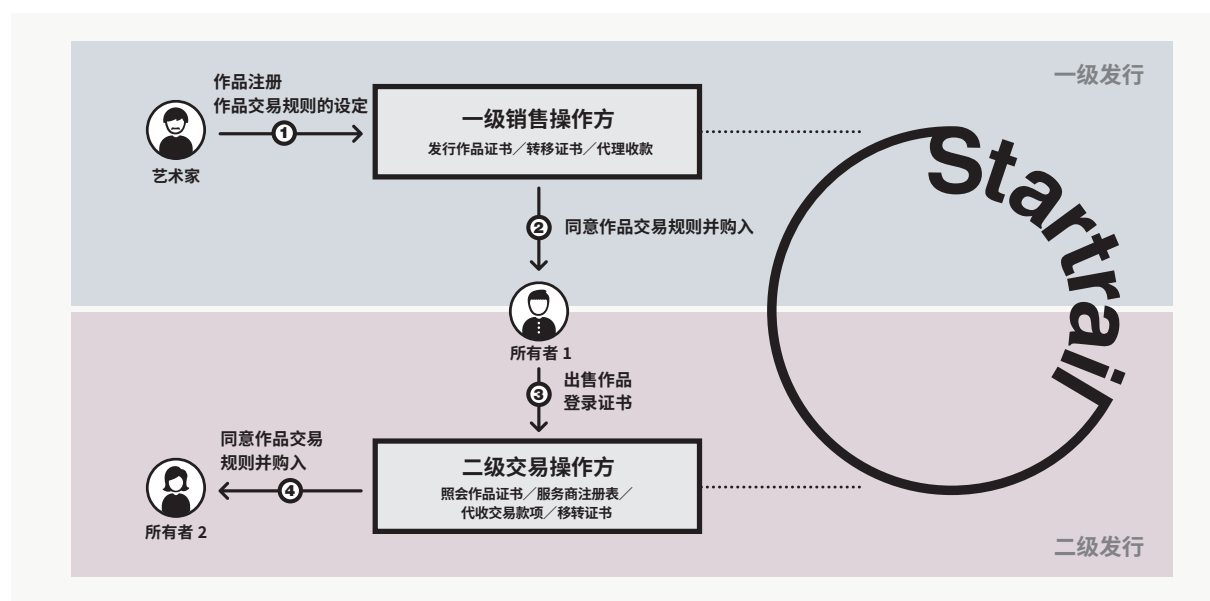


图9：利用 Startrail 中一级 / 二级销售服务时的销售流程

接下来用当前开发及用于交易的网络平台“startbahn.org^{*18}”为例，说明接续 Startrail 的销售服务商。startbahn.org 是利用作品证书连接艺术家与利益相关者之间关系，旨在打造健全艺术社区的服务商。在 startbahn.org 中，艺术家及画廊在可进行作品创作活动介绍及作品销售的作品资料夹中注册并颁发作品证书后，即可进行作品销售；收藏家购买时可获取作品证书及确认履历信息。

○ 私人间(不通过操作方) 的交易

另一种重要的交易方式是不通过操作方的私人间交易。除了将证书发送给私人账户之外，我们还推荐使用 FC (短距离无线通信规格) 卡的方法。此方法允许通过将包含了访问作品证书所需的专用密钥信息的一部分 NFC 卡与作品一起继承来转移证书。



图 10 :startbahn.org 中的资料夹

4.5 | 与其他区块链项目的相互兼容性

鉴于 Startrail 的目标是在整个行业内共享作品信息，并为每位利益相关者创造利益，因此需要与其他区块链项目实现无障碍的相互兼容。

其他区块链项目包括主要专注于履历记录的区块链项目及使用 ERC721^{*19} 进行买卖的 DApps (分布式应用程序) 等。关于如何链接与使用的案例将在第 6 章中说明。

4.6 | 隐私保护

艺术行业中，与交易及所有权相关的隐私问题异常重要。某个作品在过去什么时间，以什么价位被买卖等交易信息及当前被以何种方式持有等信息的泄漏可能成为犯罪的温床，因此必须要考虑隐私保护的问题。

目前拍卖价格的数据库由多家公司提供。随着共享

科技的不断发展，隐私管理问题更加需要慎重对待。Startrail 的目标着眼于实用性的普及，从保护艺术相关者隐私的角度出发进行设计。

4.6.1. Startrail 中记载的信息 / 未记载的信息

Startrail 上列出的在所有参与者之间共享的信息，包含作品证书项目中介绍的“A. 作品基本信息”与“B. 作品履历信息”。作品基本信息之中，作品名称、作者和制作年份等信息必须列出，缩略图及详细说明等内容可以省略。

作品履历信息中，时间戳、服务提供者名称、服务提供国/地区等信息属于必须项目。特别是关于服务提供者及

服务提供的国家/地区等操作方自身的信息，会从操作方注册书内直接链接进来。有关修复详细信息/交易价格等履历的附带信息，以及脱链保存的 PDF 文件等的链接^{*20}则属于任意记载项目。

4.6.2. 仅对某些相关者提供查看权限的信息记载（加密信息）

以太坊是一个公有链，未在以太坊加密的信息作为公开信息可被任何人查看；仅希望 Startrail 中部分相关者共享的信息则用加密状态来记述。其信息访问权限保存至有在管理的外部数据库内，区块链上仅记载链接信息，通过该操作限制特定共享者。可加密输入的信息仅限于履历中的

任意记载项目（上述履历记载项目中的履历详细及履历附带信息）。

此类 API 初期由 Startbahn 株式会社提供，将来 Startrail 理事会认证的多个运营商可提供多种类 API。

4.6.3. 允许使用多个以太坊地址

在 Startrail 中由于操作方及艺术家的以太坊地址需要认证，所以该以太坊地址是固有的或者即使是多个地址但所有地址必须链接到实际存在的个人/法人。

另一方面，针对一般参与者（所有者等）来说，因需要保护他们的隐私，假定一人仅被允许持有一个以太坊地址，那么该用户的持有资产与交易历史将会被公开。为防止这

种情况的发生，Startrail 允许一个人拥有并使用多个以太坊地址。该用户使用哪一个以太坊地址与哪一个人相关联，只有该地址的所有者以及用户直接注册/利用的操作方才有权限进行认定/管理，用户个人与以太坊之间的联系不会在 Startrail 上公开。

4.7 | 可靠性管理

Startrail 通过兼具透明性和耐篡改的区块链技术，而非单一机构，进行管理。区块链技术和以共识为基础建立的运营及管理共同确保了 Startrail 网络上的作品的可靠性。本节将具体介绍确保作品可靠性的方法，包

括进行针对作品证书及服务注册表的发行者是否为恶意用户/运营商的认证、作品证书本身是否为真迹的认证、以及是否为不受特定第三方控制的基础设施的认证。

4.7.1. 作品证书 / 操作方注册书发行主体的认证

如前所述，关于 Startrail 中证书及履历的可靠性，每个 Startrail 参与者可根据颁发证书的人是谁及履历的记录者是谁来进行判断。可以说，Startrail 参与者的以太坊地址与实际的个人/公司之间的捆绑非常重要。

○ KYC（了解您的客户）认证的必要性及实施方法

艺术家及操作方能针对证书的发行方和履历的注册方是谁等信息提供保障，因此，这些 Startrail 参与者需要与以太坊（以太坊地址的 KYC 认证）上的真实个人/公司和个性相关联，来实现 Startrail 系统的可靠性。

这项 KYC 认证基本上通过各操作方来完成，也可接受 Startrail 社团法人的直接认证，且一个 EOA 地址可接受多数运营商的认证。

○ 应用于 AML（反洗钱对策）

如前面关于隐私相关的说明中所提到的，个人用户的私人信息不会在互联网上公开。但目前以欧盟为中心的国家正在研究艺术品交易中 AML（反洗钱）的必要性，将区块链技术应用于反洗钱系统的可能性也引起了社会关注。Startrail 与区块链地址的 KYC 服务的链接可提升反洗钱系统的安全性。

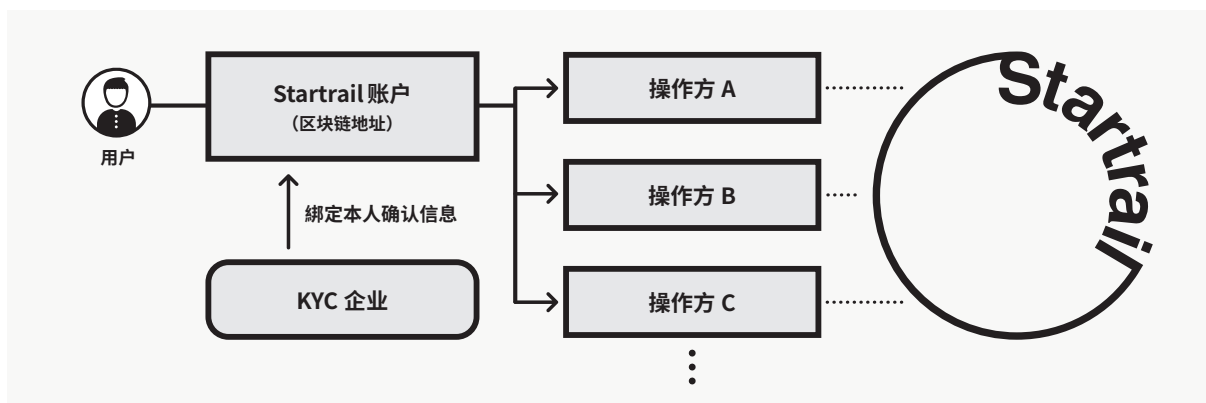


图 11：区块链地址的 KYC 架构

4.7.2. 实物与作品证书的一致

艺术生态系统中作品证书相关的可靠性问题不仅涉及作品证书本身，还涉及作品证书中记载的信息与实际艺术作品是否相匹配的问题。以真假掉包问题^{*21}为例，即使证书本身是真实的，但在二级交易过程中，赝品与证书可能一起被恶意出售，而真品本身仍然掌握在之前所有者手中。

虽然很难完全避免这类风险，但 Startrail 通过两种方法来应对：①将作品的拍摄数据存储在区块链中；②由 Startrail 理事会进行治理。

○ 应对方法①：将作品的拍摄数据保存和整理在区块链上

为解决如何才能将包含艺术品的形状/色彩及材料等信息准确的进行数字保存的大问题，目前很多机构都在进行

真假认证及数字存档的研究。

Startrail 可在作品证书首次发行时或发行后，将与作品相关的各种拍摄数据作为作品证书内容的一部分来保存，已备作者本人(或其代理人)将来参考之用。我们今后努力实现的最理想状态是可以不局限于仅将拍摄数据记录到 Startrail，伴随技术发展，也可将作品的形态用最适合的数据方式来保存。

○ 应对方法②：基于 Startrail 理事会治理基础的信息修改

不可否认，因恶意用户的存在，作品证书所有者与实际作品所有者可能并不一致。当出现这种情况时，Startrail 理事会将负责修正信息及排除该用户^{*22}。

Notes

- * 7 这里的【操作方】指的不仅是拍卖行及网络自由交易市场，也包含美术馆及教育机关等非营利组织。
- * 8 指的是在二级交易市场中，艺术作品每次被销售后其销售额的一部分会分给制作作者的制度。即 Resale-Rights。
- * 9 从将来信息交易观点，对应利用例如 GettyVocabulary 等标准词典数据的作品信息的记述及数据格式。
- * 10 该地址为以太坊区块链上为每个合约发布的，且在 Startrail 中为每个服务商发布的唯一地址。
- * 11 但二级发行的作品证书亦可通过后期获取作者(或其代理人)的认证而升级成为可与一级发行证书同样具备作者认证的证书。操作方法是作者在得到所有者的承认的前提下，可以针对自身的作品进行交易规则的设置。
- * 12 合约的自动执行。以太坊的区块链内可装载智能合约，根据合约内容可实现自动执行。
- * 13 在后面 4.3.2 中说明。
- * 14 汇总作品的制作年份及尺寸等信息并整理出的目录。
- * 15 4.3.4 中说明。
- * 16 4.3.3 中说明。
- * 17 在今后特别是针对数字艺术部分，将计划安装与作品所有权分离的，可以进行特定版权许可交易的机制。
- * 18 <https://startbahn.org/>
- * 19 第 5 章说明。
- * 20 关于 PDF 文件链接信息的访问限制，存在赋予存储目的地云存储访问权限的可能性。
- * 21 该问题从技术角度看是数字信息与被称为“oracle 问题”的现实世界存在分歧的风险之一。
- * 22 在第 7 章中说明

05

技术概要

5.1 | 以太坊

如第4章所提及，Startrail目前使用的是名为以太坊(Buterin, 2013; Wood, 2014)的公有链(公共/区块链)。以太坊是一个2013年构思，并于2014年开始运营的全球性开放型分布式的应用程序构建平台。Startrail选用以太坊进行技术开发的考量如下：

首先，以太坊是一个公有链。区块链可以大致划分成将区块生成、交易承认权限开放给所有人，任何人都可查看区块上交易数据的公有链；以及将交易承认权限集中在特定的某人，在封闭社区中运作的私有链^{*23}。艺术行业内，因为艺术作品本身具有高度公开的基本特征，多类型人员通过不同方式参与，所以通过公有链设计重要隐私与浏览权限的困难较多。尽管如此，Startrail仍决定采用公有链，打造不依赖特定企业/团体的开放式治理方式。

其次，以太坊的智能合约机制具备自动执行功能，可在区块链上构建分布式应用程序(称之为“DApps”)。为实现Startrail记录作品所有权与履历信息，及利润分红等目的，我们认为需要一个可记录合约信息且能自动执行合约的智能合约机制。

此外，与其他区块链相比，以太坊用户数量多且应用软件开发活跃度(至2019年10月)也是我们的考虑之一。

然而，区块链行业的发展趋势日新月异，我们认为有必要采用符合时代需求的机制。再加上基于第7章中将做说明的治理方面的考量，Startrail将通过与各利益相关者和参与Startrail的用户及平台进行交流与合作，必要时会根据需要变更现有的区块链。届时会通过适当手续，将原来保存在以太坊区块链上的信息继续接管至迁移目的地的区块链。

5.2 | 设计

○ 智能合约功能概要

本节介绍智能合约。在下图中将智能合约按其功能进行分类，关于各部分的功能的详细介绍后续会根据需要进行说明。本次设计使用的是名为OpenZeppelin-SDK的工具包。

合约大致分为与作品证书(Startrail令牌)相关部分、与操作方注册书(作为其中的一种，负责买卖功能的操作方称之为“市场”)相关部分以及后述的元交易窗口的部分(Relay)。

Startrail令牌具备发布与转移符合ERC721的证书令牌的功能。平台合约将每个操作方部署成合约，并可将操作方规则与可标识的唯一合约地址进行相关连的设置。负责

连接的Relay部分是进行代理用户交易的元交易端点，针对Startrail令牌及市场合约双方执行函数。在证书所有权转移等情况发生时，通过作品证书(Startrail令牌)向操作方(市场)进行数据参照，使能够反映操作方规则的链上交易成为可能。

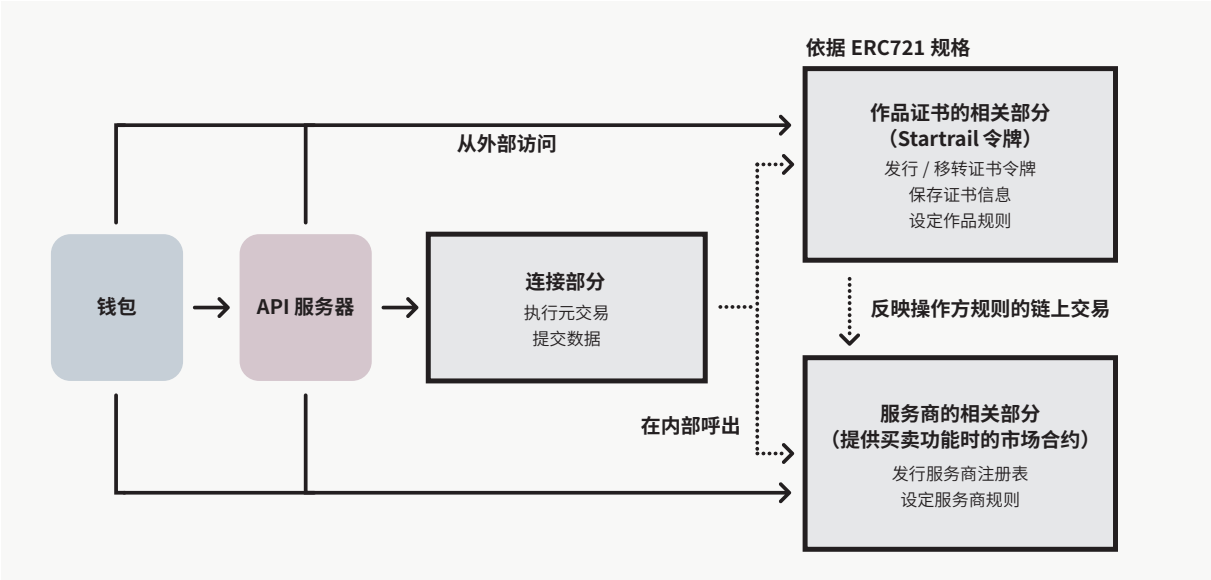


图 12 :Startrail 智能合约概览

5.2.1. ERC721 规格的利用

作品证书使用的 ERC721^{*24} 是以太坊中典型令牌规格的一种，作为 NFT^{*25} 发布在 Startrail 区块链上。此外，在代码级别，作品证书通过继承以太坊社区实质标准的 OpenZeppelin 的 ERC721 程序库，遵照定义函数名称的同时追加独自控制，可进行以作者、所有者、画廊、拍卖行为代表的多个利益相关者利害

关系反映的令牌运营。

传统的 Web 应用程序只能通过专用应用程序与接口访问自己拥有的信息。但是本次设计允许通过与 ERC721 兼容的个人所拥有的普通电子钱包等应用程序实现作品证书转移、持有一览表的确认等。

5.2.2. 通过灵活设计变更作品交易条件

端点 Proxy 合约^{*26} 在计划永久性使用的前提下，其地址固定，不仅具有充当数据存储器的职责，还具有通过 delegate_call 向外部合约转发函数执行所需的最小限度功能。从 Proxy 合约访问的一套合约不仅包含所有权等状况性信息，也包含与操作方的运营 / 规则等相关的逻辑性信息。这种数

据存储与逻辑分开的构造在保留区块链耐篡改性的同时，也使治理合约得以在以太坊上重新部署逻辑部分的合约。该操作仅在获得参与者合意的前提下进行。因为可对 Proxy 合约所具有的存储器进行永久、持续访问，故在维持访问既存数据的同时，更容易应对可能发生的系统问题或安全风险。

5.2.3. 采用灵活的数据形式

将数据保存在以太坊上存在各种限制。例如，交易中可用的堆栈与内存空间有限，输入的数据量越多，GAS 费用就越高。为解决该问题，在程序运算等过程中，Startrail 将作品的元信息等不需使用的数据记录在以太坊网络外的链下，

在以太坊上则只保存其原本数据的 URI 与参照目的地。

因哈希值依据数据信息生成，记载入以太坊后可用于验证篡改。

5.2.4. GAS费用对策

○ 元交易

在以太坊区块链上进行注册与更新信息时需向矿工(以太坊中众多存在的交易承认者)支付 GAS 费用(以太坊使用费用)作为手续费。GAS 费用需在注册/更新信息时,在交易署名的以太坊地址支付。从现状来看,这笔手续费是利用以太坊的重大障碍。

为解决该问题,Startrail 使用了一项名为元交易,即服务方代表用户支付 GAS 费用的技术。通过这项技术,用户将智能合约的执行权力委任给持有以太坊账户的操作方,也就是说服务方可代用户支付 GAS 费用。

○ 降低 GAS 费用成本

除了为用户考量外,还有必要努力降低平台方需支付的 GAS 费用。为解决这个问题,我们设计了分类管理历史信息存储位置的方法。将作品的履历信息大分为“必要”和“不必要(仅记录信息)”进行合约自动执行。将前者存储在存储器中,后者存储在 event log 或链下以减少 GAS 费用。

5.3 | 隐私对策

众所周知,艺术行业需要保障作品出处信息的透明度,但公开所有信息的做法并不总是最佳的。根据作品不同,希望发布的信息与不希望发布的信息内容会有所不同。例如在第 4 章中已提到过,收藏家目前拥有什么样的作品,以及支付多少费用这类信息并不希望被公开在区块链上。

区块链在构造上被设计为在确保数据透明性的同时,用分布式方式对数据进行管理,所有笔记中都保存了同样可供查阅的数据,因此公有链网络中存在的数据任何人皆可浏览。最近强调保护数据隐私的新型区块链网络提案纷纷出现(例如 Enigma 协议),Startrail 也正考虑将来使用该类型的协议。

使用当前以太坊协议时,Startrail 中的履历信息被设计为两个部分:公共部分与私有部分。履历信息发行通过以

以太坊 event log 发行,并以任何人皆可浏览的形式永久保留数据。

不希望被公开的履历访问存在三种代表性用例。第一种是用户在链下将数据加密后再记录到区块链上。通过此项操作,若没有加密时使用的密钥,从设计上就无法读取履历的私密信息。另外两种做法是与链下融合,其中第一种是区块链上仅保存关于作品实际数据信息的数据库的链接,每个用户可在链上独自设定保存数据库服务的访问权限;另一种是记录他人无法验证的 ID。例如当使用由第三方提供的支付平台进行支付时,所生成的支付 ID 被记录在区块链上,既可限制不相干人员针对详细信息的浏览,亦可证明交易存在。

5.4 | 安全性

5.4.1. 访问权限管理

如前所述，基本上任何人都可浏览关于合约的 storage 与 eventlog 的信息。对于诸如数据创建、更新、删除之类的操作，其权限必须归属特定某个人/法人。在 Startrail 中可针对某一类别进行访问权限的创建、更新、删除，如以作者及作品所有者划分的人物类别以及以转移

所有权等功能进行划分的功能类别。

考量到会发生作品所有者之外的由代理人进行出品管理的情况，Startrail 引入了赋予多人访问权限、需要作者跟作品所有者双方承认后才可执行的联合署名机能，使得访问管理权限更灵活也更强韧。

5.4.2. 元交易的弱点及对策

在 5.2.4. 中介绍了允许平台代理支付 GAS 费用的元交易功能。但在采用该元交易时需要注意多项问题。我们从 SWC (Smart Contract Weakness Classification and Test Cases)^{*27} 列表中整理了元交易相关的安全风险条目，说明其问题点以及 Startrail 中针对该类问题的对策。

例如，恶意用户可能会修改某些自变量签名，并生成和

使用该未曾使用的有效签名。为避免这种情况，Startrail 采用了以下三种设计：在生成签名的哈希函数参数中不包含电子签名的设计(SWC117)；在链上映射数据，防止利用相同签名的设计(SWC121)；从链下接收电子签名时，使用符合椭圆曲线密码的复原，以此来进行可靠的复原签名者地址的设计(SWC122)。

5.4.3. 密匙的管理

为访问 Startrail，您需要与自己钱包 EOA 地址相关联的专用密匙，因此管理此密匙非常重要。密匙的管理有多种方法：可由用户自己进行密匙管理；Startrail 代管用户的密匙；委托给第三方密匙管理业者的 Cast Device 的方法。利用专业的第三方密匙管理业者的 Cast Device 服务可将密匙丢失的风险最小化，但同时也会牺牲 Startrail 所期待的用户体验，

并且这种方法依赖于密匙管理业者的技术进步与服务升级。因此，当下管理方法的开发有必要考量到：针对当前不拥有 ETH 的密匙由 Startrail 进行管理的可能性、用户可以在钱包上执行密匙管理的可能性以及如何对密匙管理业者进行合理的筛选。

5.5 支持

以太坊上的合约可通过使用合约的 ABI^{*28} 和地址(如有权限) 进行访问。Startrail 将为用户提供 RESTful API, 用

以弥补合约执行初期阶段可能出现的不便之处。

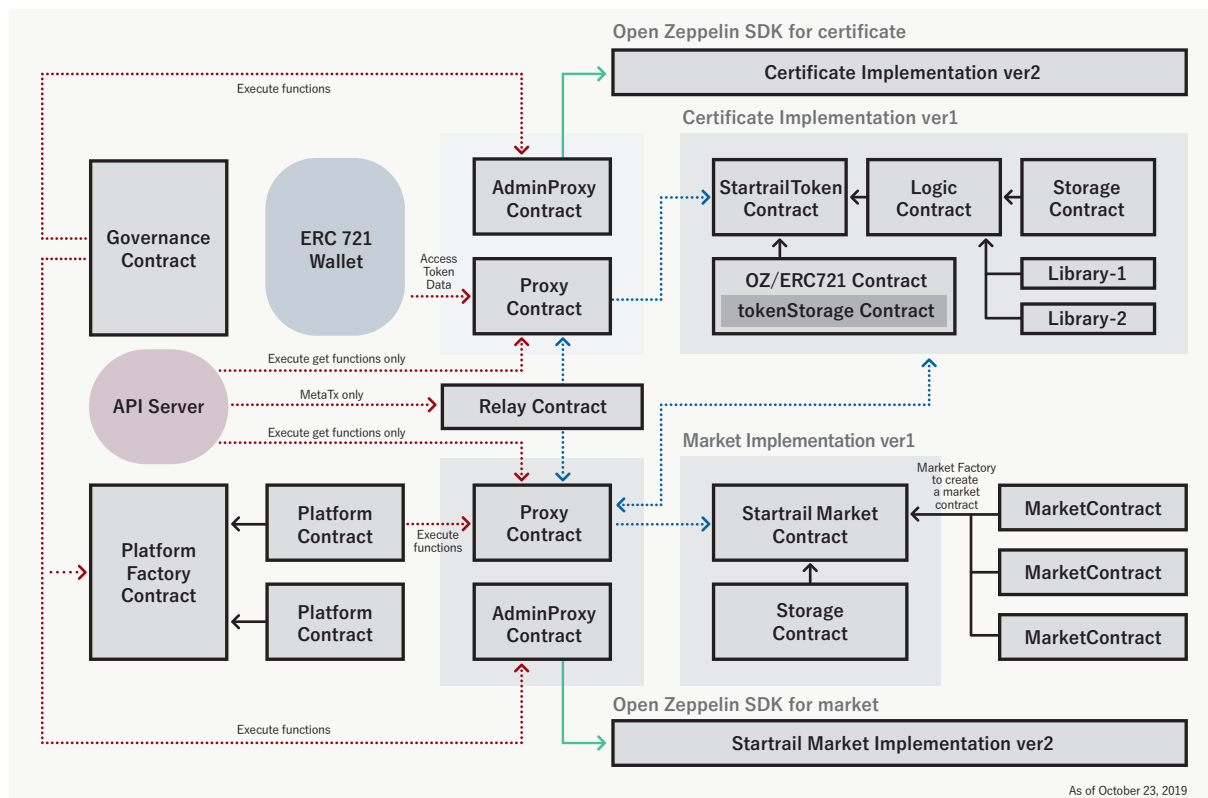


图 13 :Startrail 智能合约的架构

合约说明

○ Relay

它是执行代理交易的元交易的端点。首先从作为自变量将传递来的署名和原始哈希数据中复原署名者的以太坊地址 (EOA 地址) 并将其作为自变量重新分配。其次访问 Startrail Token 或 Startrail Market 合约连接的每个 Proxy 合约。在呼出的合约中认证 msg.sender 是否为 Relay 合约，然后认证作为自变量传递的 EOA 地址是否适合作为单独函数设置的权限。

○ Proxy

它是执行元交易后的 Relay 合约管理密钥的钱包或只读访问的端点。运行 delegate_call 以将数据转发到外部合约，同时参考 Proxy 合约内部的存储区域运行外部合约函数，并充当存储数据的存储器。作为不可更新的合约，需要提供固定地址、永久存储器及可升级设计。

○ StartrailToken

通过继承 OpenZeppelin ERC721 合约，实现可以访问具备根据 ERC721 标准规格发布和转移令牌能力的函数。另外通过覆盖各自的函数来追加独自的限制和功能。与令牌无直接关联的艺术作品信息以 key-value 数据结构存储。此外，通过 OpenZeppelin-SDK 实现实质上被保存至 Proxy 上的数据存储库，从而成为可升级的合约。

○ Logic

除 ERC721 令牌信息外，还备有作品元信息、履历信息的保存功能等所使用的函数。它自 Startrail Token 继承数据库合约，通过利用 Proxy 合约中的 delegate_call，针对 Proxy 数据库进行事先定义后的数据类型来进行数据存储。它与 Startrail Token 同样具备可升级性，可对应规格变更。

○ Storage

通过预先定义多维数据类型，可从多个合约中使用公共数据类型。

○Library

具备保存数据与执行算术处理的代码的功能。通过将其与逻辑合约分离，可减少 Startrail Token 合约的代码总量，从而减少 GAS 费用总量，在一个合约中实现更多功能。

○AdminProxy

更新/更改打包为作为 Startrail Implementation 的合约组的合约地址。治理合约地址将在今后进行注册。

○StartrailMarket

针对操作方一对部署 Marcect Contract 的同时，还负责将部署的合约地址和属于市场的信息(操作方的管理 EOA 地址和操作方名称等是其中一例)进行映射，并保存到存储器中。使用合约地址映射元素有两个原因。第一个原因是在转移证书时，可以使用市场上记录的信息进行交易的限制和履历的写入。另一个原因是与继承了 OpenZeppelin 的 ERC721 的 transfer From 函数中使用的地址数据的变量(令牌的转移目的地地址)具有兼容性。此外，OpenZeppelin-SDK 允许您在使用相同存储器的同时，只修改 Startrail Market 合约的内容，类似于 Startrail Token 合约条款中描述的内容。如果使用 Transfer From 函数，该函数发出 Market Owner Contract，并且使用 OpenZeppelin 的 ERC721，其中存储了 Market Owner Contract 地址和所有者地址的映射数据列表，则该合约用作 Market 的令牌 ID 的中介，因为只有地址类型是用于访问在 Market 合约中定义的规则集的自变量。

○MarketContract

Startrail Market 合约部署的合约。如上所述，因其目的是在 Startrail Market 合约映射市场诸信息和合约地址，故只提供所需的最小限度的功能。

○PlatformFactory

通过治理获取认证后，可部署与平台一对一相对应的平台合约。所创建的合约地址与平台所有者的 EOA 通过映射被认证后方可进行保存及查看。通过以上操作即可实现仅将做成 Market 合约的权限赋予给已得到认证的平台，也可验证 Market 合约是否已得到认证，借此防止恶意用户的参与。

○PlatformContract

通过 Platform Factory 创建的合约，负责识别平台及平台所有者。

○GovernanceContract

签发令牌的合约。根据 Startrail 理事会的协议计划，令牌持有者将获得更新 Startrail 合约的投票权及对恶意交易的否决权等权力。

Notes

- * 23 本文不提及联盟链与私有链的区别。
- * 24 erc721.org/
- * 25 不可替代令牌的缩写。是依据 ERC721 标准发行的唯一且无法替换的有趣令牌。与之相反，传言通用货币因可被替代故可以替换。
- * 26 参考文末的智能合约架构图。
- * 27 <https://smartcontractsecurity.github.io/SWC-registry/>
- * 28 ABI (应用程序二进制接口) 是一个通用术语，在以太坊的框架中因可针对 EVM (以太坊虚拟机) 上执行智能合约的二进制代码提供兼容性而被定义。
- * 29 参考资料可从 Startrail 官方网站 (<https://startrail.io>) 中获取。此外，该 API 还可以通过使用户更容易从以下几个方面检索数据来改善用户体验它直接向合同发送一个 GET 请求，用于存储目的。

06

与其他区块链项目的相互兼容性

6.1 相互兼容的必要性

如第3章所述，当下已出现了许多利用区块链来做履历管理的项目，但各操作方之间的履历管理系统尚未形成统一标准；另外，关于作品的出品，存在拍卖以及分割所有权等多种方法，但如果各个项目间不能相互兼容，那么对于用户来说，就意味着需要每次与不同操作方接触，办理繁琐的手续。这不仅给用户体验带来损害，也无法实现艺术业界的相乘效果及最适化。

因此，Startrail通过与其他履历管理平台的链接创建一个易于用户使用，并允许艺术管理项目相互兼容的生态系统。此外，Startrail通过作品证书在项目间无缝隙移动来提高作品本身的流动性。

6.2 实现与其他履历管理网络的相互兼容性

6.2.1. 实现与利用非以太坊区块链做履历管理的区块链项目之间的相互兼容性

○ 实现相互兼容的机制 ——“双向挂钩”

Startrail为实现与使用其他区块链的项目的相互兼容性，参照与XRP账本通道类似的，可实现让价值出入网络的模板来进行设计。

此方法是在令牌（此处指作品证书）横跨区块链移动之前，将证书在项目上锁定，同时要在要移动去的目标项目内发布新证书。例如将证书从Startrail转移到另一个区块链上创

建的项目时，首先在Startrail上锁定证书，然后在目标项目中颁发新证书，当将证书返回到原始Startrail时，则解锁证书开始再次交易。这种方法一般称之为“双向挂钩”。

管理两个区块链之间令牌移动的网关公司，使前述方法实现了其可行性。通过网关公司将令牌锁定与解除，实现Startrail与其他不同区块链上的项目间的连接。

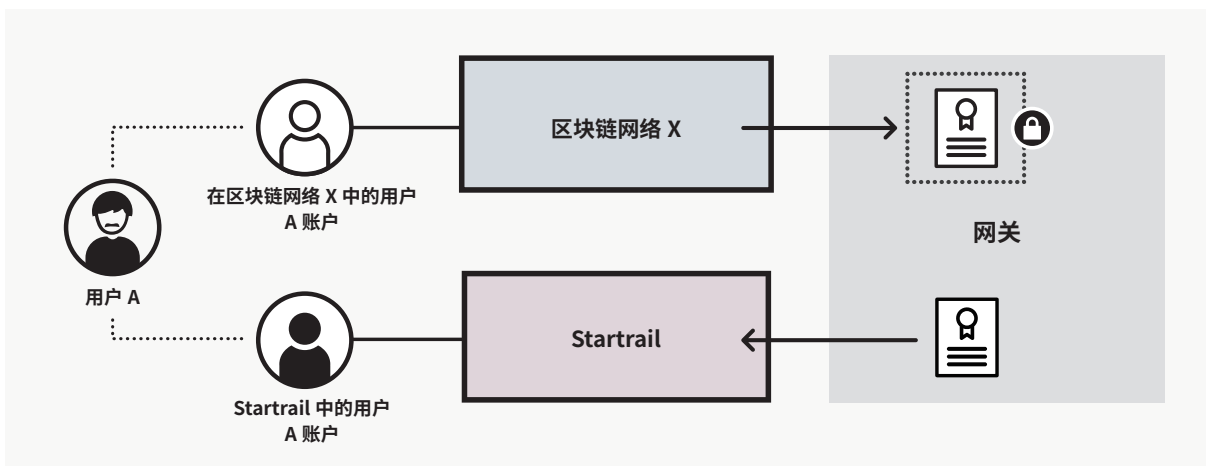


图 14：利用“双向挂钩”实现相互兼容性的机制

○ 令牌循环问题的应对

以 Startrail 为中心通过网关公司连接到其他网络，在实现作品证书跨越不同区块链的无缝隙移动的同时，未经由 Startrail 的令牌移动会引发令牌在多个网络中循环的问题。我们可以假定在某个网络上发布的证书通过网关公司移动到 Startrail，然后又移动至另一个网络。循环是指在这种

情况下，转移前的网络和转移后的网络由网关公司连接，证书又返回发行方网络的现象。

为防止这种情况发生，我们在令牌内写入有关令牌来自哪个平台的信息。即当令牌经由 Startrail 移动至另一个网络时，发行方网络中已锁定的令牌会被请求删除。

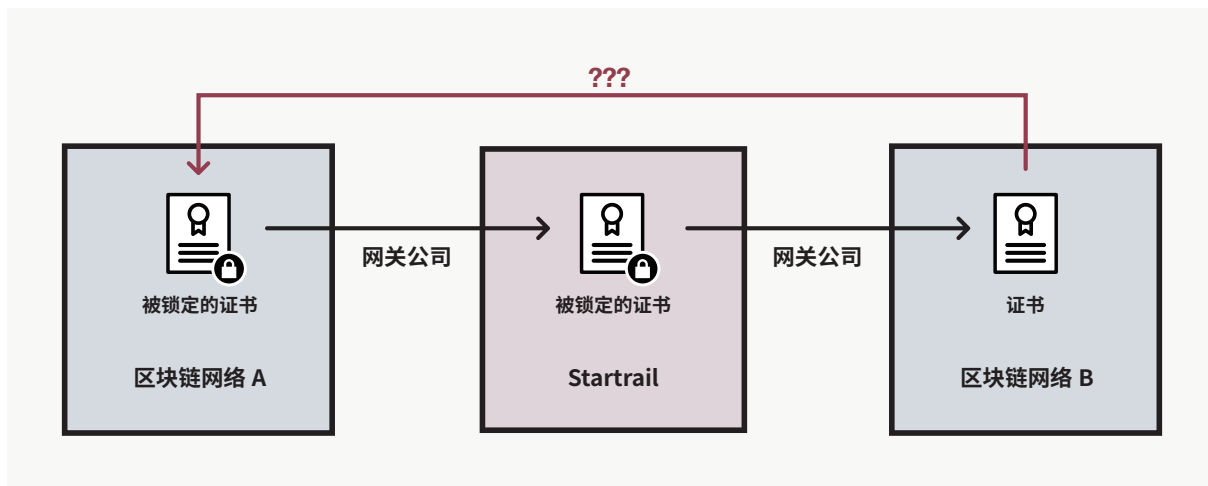


图 15 : 令牌的循环问题

6.2.2. 与使用以太坊区块链项目的相互兼容性

如果对方项目与 Startrail 同样使用以太坊区块链，则较容易实现相互兼容。当合约的机制与 Startrail 相似时，Startrail 的合约可从对方的合约地址直接呼出

实现相互兼容。此外，当与 Startrail 同样用 ERC721 规格进行开发时，因可使用支持相同规格的钱包来管理令牌，所以可实现具备高度实用性的相互兼容性。

6.3

使用相互兼容性实现作品分割所有权的平台之间的合作

利用区块链进行分割所有权项目的合作事例

此处介绍连接 Startrail 与实现分割作品所有权项目合作

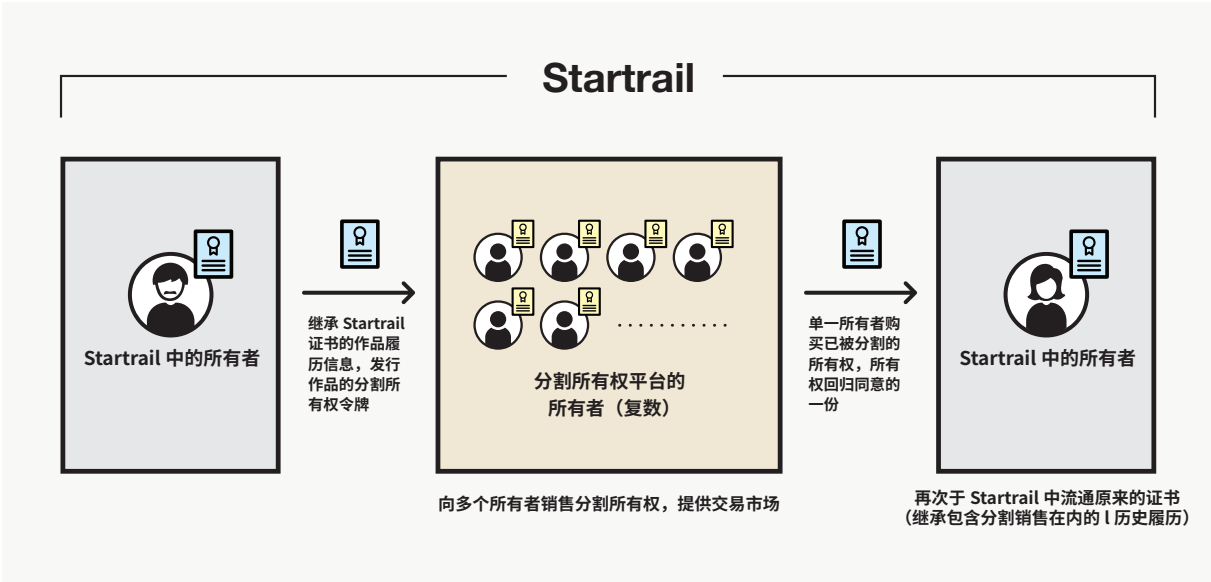


图 16：与分割所有权项目的合作

为使更多人有购买与投资机会，出现了可将作品所有权分割后进行销售和交易的平台。

Startrail 通过证书记录的履历信息来发行分割所有权令

牌，为用户提供具有广泛选择范围及高度流动性的市场。因此，用户在确认履历信息后可放心购买分割令牌。

07

Startrail 的治理机制

7.1 | Startrail 的网络构想

Startrail 旨在打造一个在保护传统参与者(有业绩的艺术家与传统知名运营商) 长期培育出的艺术业界品牌与信赖性的同时, 让业绩尚浅的艺术家及新操作方亦有加入机会的开放型网络。

为实现构想, Startrail 采取了消除由特定玩家进行中央集权式管理的方法, 希望能创建一个广泛反映所有运

营商意图的网络。

另一方面, 这种开放式的非中心化网络管理有时会因恶意玩家的参与而导致秩序混乱, 且往往无法及时解决问题。Startrail 通过理事会采取以下治理机制来减少此类风险。

7.2 | Startrail 理事会

Startrail 将招募认同我们使命的伙伴来共同组织和运营 Startrail 理事会, 实现我们的伟大理想。该理事会是一家由众多可靠专业人士、企业与团体运营的一般社团法人。目标是①以独立公平的方式管理组织; ②在业界内外扩大知名度。

“Startrail 理事会”是一个独立的会员制组织, 虽现将总部设在日本, 但伴随 Startrail 事业扩大, 在遵守各国法律与准则的同时, 计划在世界各地设立分支机构, 逐步实现分布式的去中心化管理。

Startrail 的职责可分为 2 个: “维持 Startrail 的健全运营”

及“系统的更新/修正”。如前所述, Startrail 在保持开放性的同时亦孕育着风险, 为应对风险, Startrail 具备认证参加者(接续平台的认证, 艺术家地址与本人是否相符的认证) 及取缔恶劣参加者、修正错误讯息的功能。另外, 这也是为响应未来市场变化, 与针对技术发展而进行系统的系统更新、以及应对致命性系统故障、维护系统时所必须的, 及极其重要功能。

为实现前述目标, Startrail 理事会发行治理令牌, 理事会成员/Startrail 相关者各自持有一部, 可在区块链上进行投票和管理。

7.3 | 治理令牌的职责

治理令牌职责如下:

①控制与 Startrail 的身份验证连接

通过持有治理令牌, 使用 Startrail 的运营商可独自部署的运营合约并颁发正式证书。

此限制的目的是防止用户受到无法确认身份, 或发现过去存在欺诈行为的运营方之不利影响。

Startrail 理事会通过民主表决做出向运营商授予及剥离治理令牌的决定。

② Startrail 理事的投票权

Startrail 委员会采取的是五特定管理者的去中心化管理, 故其决策通过在区块链上投票来决定。治理令牌具有投票

权, 在初期阶段, 我们目前正在评估利用治理令牌进行否定投票的方式执行治理功能。换句话说, 对于与 Startrail 有关的各种建议, 针对令牌持有者, 进行一定期限内否决票征集的方式。

在 Startrail 发行初期阶段, 若每次都采取过半数同意的方式来决定合约规范, 可能会妨碍系统的顺利快捷运用; 但另一方面, 仅通过任何一个主体的决策就可变更合约规范的机制也无法说成去中心化治理。因此在保持去中心性的同时, 省略必要以上的管理成本, 我们目前采用以投票否决为基础的投票方式进行决策管制。

为了保证 Startrail 的顺利运营及更新, Startrail 理

事会的初期运营将在推进 Startrail 事业的株式会社 Startbahn 的指导下进行。理事会今后运营方针的设定及 Startrail 规范的讨论将更多的反映 Startrail 理事会成员

的意见，以逐步实现去中心化治理。为了 Startrail 今后的发展，我们希望更多有意愿参加我们活动的人能联络 Startrail 理事会^{*30}。

| Notes | *30 对参加 Startrail 理事会感兴趣者，请通过下述方式与我们联系。(URL: <https://startrail.io>)

08

法律关系整理

8.1

Startrail 理事会、Startrail 参加企业、利用者（艺术家、所有者）的关系

Startrail 理事会及 Startrail 参加企业同意 Startrail 的法人利用规定。

Startrail 生态系统的一般用户（所有者等）除须同意每个平台及操作方设定的共通利用条款外，也须同意一般社团法人 Startrail 委员会针对个人用户设定的 Startrail 利用条款。Startrail 的利用条款通过链接到 Startrail 的操作方提示给利用者。

Startrail 使用条款中代表性的项目内容如下：

- 用户不得注册虚假信息
- 伴随作品所有权的移转，新的所有者继承 Startrail 证书

- 伴随作品证书的移转，关于作品的合约内容也会被继承
- 在作品作者与所有者都同意的前提下，交易后契约内容也可更新
- 即使作品已出售给第三者，且合约关系已结束，若发生有必要调查作品履历的情况，所有相关方都需要协助提供相关信息
- 若不履行合约或针对信息造假，该用户及操作方可能会因一般社团法人 Startrail 理事会成员的决定而被拒绝参与本网络

Startrail 作为艺术市场中的基础设施及框架，期待能在每个市场的艺术品交易中发挥作用。因此，操作方以各平台为单位，实施遵守各国法律的具体措施。

8.2

艺术品作者和所有者以及所有者之间的关系

Startrail 中的作品证书，是将艺术家与所有者间的合约协议内容与作品证书一起转移至下一份合约的机制。新所有者在购买该作品时，通过承认艺术家已提前为受版权保护的作品设定作品的交易规则，即可实现契约关系的转移。也就是说，一方面艺术家和原所有者之间的合约结束，另

一方面艺术家与新所有者之间建立合约关系。

预想存在所有权与版权力用权一同转移，以及所有权不转移，仅是利用许可合约的两种情况。

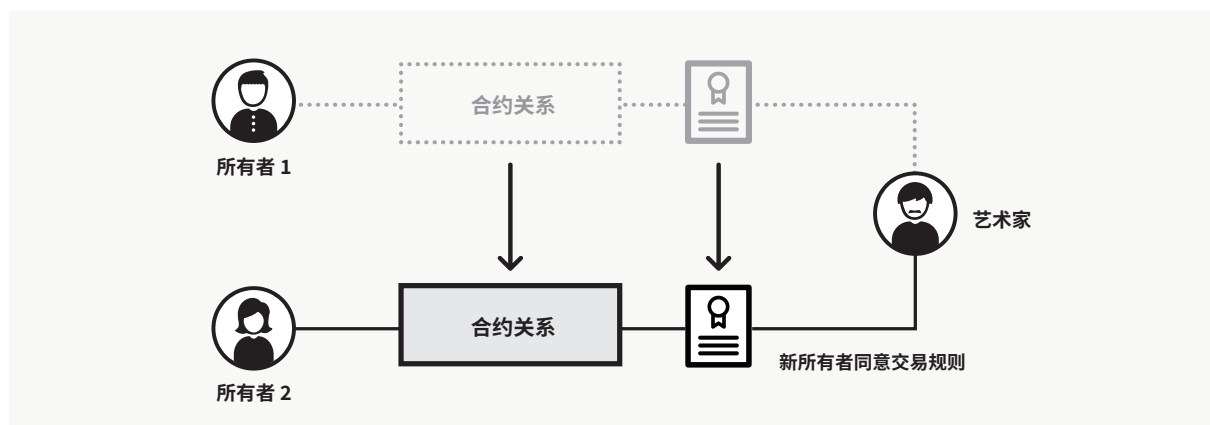


图 17 :Startrail 证书移动时契约关系的移动

8.3 | 艺术家与操作方的关系

第4章中介绍过，将作品交易规则与操作方注册书进行自动对照，用艺术家及市场双方期待的方式管理及促进作品交易。

Startrail 中产生的利润分红将在符合作品交易规则及操作方注册书的协议范围内，由二级销售操作方支付给作者。

各操作方需要依据相对应的法律制定具体规则内容，如转售权、最低利润分红率等。

Startrail 理事会不负责利润分红比率的设定和利润分红的回收。虽然我们可在申请利润分红时以提供信息的方式进行协助作业，但利润分红合约属于艺术家与操作方之间的协议，因此 Startrail 本身并不是合约的当事人以及回收业务的代理人。

**今后，Startrail 计划继续与其他各区块链相提携，打造相乘效果，
为用户提供更多便利性。如果您对 Startrail 项目有兴趣，
或想加入 Startrail 委员会，请通过以下链接联系我们。**

<https://startrail.io>

根据从其他项目及用户处得到的反馈(含设计在内)，
当本白皮书中所记述内容及里程碑有所变更时，我们将随时更新并发布新版白皮书。

09

流程图

2016	Q1	开始评估活用区块链
	Q3	研发作为Startrail前身的项目样板
2017	Q1	开始设计Startrail项目
	Q2	开始研发Startrail PLOT Type ver.1.0
2018	Q3	开始招募加入ABN的企业的同时, 听取各相关者意见
	Q4	开始研发PLOT Type ver.2.0
		公开 Startrail 测试网
		开始在 startbahn.org 中应用ABN的交互操作功能
		发表 Startrail 与 5 家公司的交互操作 PoC (美术手帖OIL、tagboat、amatorium、busunit)
2019	Q1	开始研发Startrail PLOT Type ver.3.0
		发表 AG 集团与 ABN 的交互操作 PoC
		开始设计 Startrail 的运营监管
	Q2	开始研发Startrail PLOT Type ver.4.0
		发表SBI Art Auction与Startrail的交互操作
		针对在4月举行的 SBI Art Auction 中出品的约4.5亿日元作品, 向感兴趣者发行 Startrail 证书
		开始B-OWND与ABN的交互操作
	Q3	针对在7月举行的 SBI Art Auction 中出品的约4.5亿日元作品, 向感兴趣者发行 ABN 证书
		开始研发Startrail PLOT Type ver.4.0
		发表与Maecenas (分割作品所有权的平台) 的合作伙伴关系
		举办 Startrail 理事会联谊会 (7月, 8月, 9月, 25家公司参加)
	Q4	发布Startrail白皮书
		由startbahn公开ABN的API (从合作企业开始按顺序逐步进行测试)
2020		开始招募加入Startrail的网管公司
		开始招募Startrail理事会的前期准备成员
	3月	开始通过Startbahn Cert.的操作 (通过Oracle问题解决方案, 匹配作品与IC标签, https://cert.startbahn.io)
		Torus (https://tor.us/) 为Startrail发布白标签 (登录解决方案)
		Startrail主网的发布
		发布版权管理功能
		Startrail联合体开始运营
		开始治理令牌业务
		开始针对Startrail网络API招聘运营商
		开发和发布其他功能

考虑到对本白皮书发布内容的反馈, 主网预计将于2020年初发布。

此外, 在主网发布之后, 我们计划陆续增加更多功能, 并计划在2020年上半年开始使用治理令牌进行治理操作。

10

团队与顾问



Taihei Shii
施井泰平
Startbahn 株式会社
CEO



Sawako Ohno
大野紗和子
Startbahn 株式会社
COO



Tomohiro Nakamura
中村智浩
Startbahn 株式会社
首席技术官



Aiko Konabe
小鍋藍子
Startbahn 株式会社
艺术部



Toshiya Matsumoto
松本年矢
Startbahn 株式会社
区块链工程师



Hasnaeen Ferdous
Startbahn 株式会社
区块链工程师



Kensuke Ito
伊东谦介
Startbahn 株式会社
区块链研究员
东京大学博士课程



Tomotaka Goji
乡地友孝
UTEC
代表董事



Ryutaro Katayama
片山龙太郎
Startbahn 株式会社 董事
曾担任 Christie's 的日本代表



Tasuku Mizuno
水野祐
律师, CityLightsLaw 代表
Creative Commons 理事



Yuki Shichiku
紫竹佑骑
区块链技术顾问
株式会社 ANDART 技术顾问
合同会社暗号屋 CEO
曾担任 Mr.Exchange (数字货币交易所) CTO

○执笔合作者 后藤大辉／松本光宏／大森晃太郎／堀口祐美子／Hasnaeen Ferdous／能登兵卫／加藤明洋／北村仁／松本咲葵／高仙雅

○插图作者 田端铁平

关于株式会社 Startbahn (Startbahn, Inc)

Startbahn 是一家致力于向全世界艺术家以及艺术相关者提供其所需技术，实现多姿多彩社会的公司，同时也是艺术品交易及评估基础架构 Startrail 的创建者。

公司由自身即是艺术家的施井泰平创立于2014年。

迄今为止，已从UTEC、电通、SBI Investment、SX Capital 等处累计融资4.7亿日元。

目前在东京大学校园内设立办事处，由30人(包含兼职)共同运作。

<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.

