

# Liqwid Finance

## Version 1.5

June 2021

WORKING DRAFT, rev. 1

## Authors

Dewayne Cameron, Florian Volery

<https://www.liqwid.finance/>



## Abstract

Liqwid v1は、Cardano拡張UTxOブロックチェーン上のPlutusCoreスマートコントラクト言語用実装された金利曲線用の非管理型自動流動性プロトコルです。Liqwid v1は、プールされた流動性の需要と供給に基づいてアルゴリズムで決定された金利と組み込みの安定性メカニズムを備えたマネーマーケットを形成し、ユーザーが完全に無許可型アプローチでCardanoネイティブ資産をシームレスに貸し借りできるようにします。

目次	
1 はじめに	3
2 Liqwid プロトコル	3
2.1 流動性 プロバイダー	4
2.1.1 LP のユースケース	4
2.2 資産の借入	4
2.2.1 担保の要件	5
2.2.2 リスク & 清算	5
2.2.3 初期のユーザー	5
2.3 金利曲線	6
2.3.1 流動性インセンティブ	6
3 プロトコル 構造 & デザイン	6
3.1 qTokens: Cardano ネイティブアセット	7
3.2 金利曲線の機能	7
3.2.1 マーケットの行動	8
3.2.2 借入者の行動	8
3.3 ネイティブアセットの借入	8
3.4 清算イベント: LQ 安全性プール	9
3.5 価格フェード	9
3.6 コントローラー	9
3.7 ガバナンス	10
ガバナンスの分布	10
公正な Vesting	11
4 まとめ	11
参考文献	11

# 1 はじめに

自動化された金利曲線による流動性プロトコルは、流動性をプールし、デポジットし借入資産の利息を稼ぐことのできる仕組みです。プール戦略により、サプライヤーと借り手は、借入金額、満期日、担保の種類に基づく独立したペアとしてつながる必要がなくなります。これにより、従来の金融(TradFi) [1]の債券商品の中央集権的な管理者に依存することなく、継続的に流動性を提供できるようになります。

貸付 (Aave [2], Compound [3]) およびDEX (Uniswap [4], Sushiswap [5]) のための分散型ファイナンス(DeFi)プロトコルにロックされた価値は、TradFiサービスモデルのコアコンポーネントを混乱させる初期段階で、複数のサービスを提供し、前例のないペースで成長してきました。暗号通貨、分散型自律組織(DAO)、およびスマートコントラクトにより、パブリックブロックチェーンで動作する、オンデマンドおよびトラストレスプロトコルでのTradFi貸付や取引所の分散型のバージョンに相当する仕組みが可能になります。DeFi貸付プロトコルは、DAOベースのガバナンス構造を備えた自動化されたオンチェーン貸付プロトコルを実装していますが、これらのプロトコルは重大な制約に直面しています。:

1. イーサリアムの高額な取引手数料により、プロトコルは少額取引に使用できません。
2. プロトコルは、Cardanoブロックチェーン上のネイティブアセットをサポートしていません。
3. プロトコル(またはDeFiエコシステム)でサポートされている分散型ID(DID)の標準はありません。

現在の貸付プロトコルは、イーサリアムのアカウントモデルに基づいてSolidityで開発されており、Cardanoネイティブアセットをサポートしていません。現在まで、CardanoのeUTXOアカウントリングモデルに基づくPlutusスマートコントラクト言語でのオンチェーンの金融市場実装はありません。[5]

現在のDeFi貸付プロトコルとその基盤となるブロックチェーンは、分散型ID(DID)ソリューションのサポートが少なく、IDフレームワークが不十分なため、借入返済実績に基づいて信用スコアを大規模につけ管理する方法がありません。[1]。その結果、DeFi貸付では、借金が返済不能となった場合の損失に備えて、ユーザーが大幅に多すぎる担保量を提供しなければなりません。アイデンティティとクレジットは、TradFi債券モデルに固有の要素であり、現在のDeFiプロトコルには組み込まれていません。手頃かつ競争力ある料金で借入をしようとする新興市場のTradFi参加者は、弱い国民アイデンティティシステムから生じる問題点と同様の問題点を経験します。[8]。今日、DeFiとTradFiの両方の貸付において、信用度の高い借り手は、身分認証とクレジットの構築のプロセスが不十分なため、信用度の低い借り手と同じコストを支払うことを余儀なくされています。Atala Prismは、W3C DID標準に準拠するプライバシー保護DIDソリューションとして、Cardanoブロックチェーン用に開発されました。[6]。Atala Prismを利用したDeFiアプリケーションは、デジタルIDの強力なサポートを可能にします。これらのプロトコルで金融取引をしたユーザーは、取引データを証明、所有、およびマネタイズできます。

TradFi債券商品と同様に、金利曲線流動性プロトコルの貸し手の利息は、未返済借入に対する借り手の利息から導かれます。不透明なTradFi債券モデルとは異なり、DeFiの貸付ソリューションはオープンソースであり、公的に監査可能なデータ構造であり、貸付の発生以来の取引と金利の記録を備えた帳簿も備わっています。

## 2 Liquid プロトコル

Liquidは、Cardanoブロックチェーン上のオープンソースのDeFiプロトコルであり、資産に対する貸し手と借り手の需要によって計算された、アルゴリズムで設定された金利で流動性プールを作成します。資産のサプライヤーと借り手は、プロトコル内で市場のスマートコントラクトに直接接続し、TradFi

債券商品における一般慣行である契約条件の事前確定なしに、ブロックごとに変動金利を取得、支払をします。

すべての流動性プールは、全取引記録とその市場の金利指数を含む、Cardanoのネイティブ資産（ADAやCardanoネイティブステーブルコインなど）専用で作成されます。

## 2.1 流動性プロバイダー

TradFiマネーマーケットまたはP2Pソリューションでは、流動性プロバイダー（LP）の資産を照会、マッチングされ、借り手に貸し出されます。Liquidity Protocolは、P2P戦略で各ユーザーの資産を流動性プールに結合します。ユーザーがサポートされているアセットを預けると、プロトコル内で代替が可能なアセットに変換されます。ある種の自動マーケットメーカー（AMM）[\[9\]](#)を使用することで、直接貸付を行う仕組みと比べて、市場の全ての資産が借入できるわけではないとした場合（借入上限とプロトコルは流動性を奨励し）ユーザーは、貸付の返済日に依存せず、いつでも資産を引き出すことができ、大幅に流動性が高まります。

ユーザーが資産を提供すると、それらはCardanoネイティブアセットバランス（「qToken」）で表されます。これは、原資産の量の増加により生成された利回りへの取り分の権利を示すものとなります。流動性プールが借入の利息を集めるにつれて、qTokenでその原資産の増加量に対する取り分を得ることが可能になります。このプロセスでは、CardanoのネイティブアセットqTokenを持つだけで利息を得ることができ簡単です。

### 2.1.1 LP のユースケース

ADAまたはCardanoのネイティブアセットを保有しているユーザーは、Liquidity Protocolの市場を投資の利回りを生み出す収入源として使用できます。ADAを所有するユーザーは、資産をLiquidity Protocolに提供し、（ADA建）利息を得ることができます。第三者の一元化された保管機関にトークンを送信したり、保有を積極的に管理したり、借り入れを照合したり、信用度の低い借り手と返済不能となるリスクの高いローンを組んだりする必要はありません。qTokenの所有者は、ネイティブアセットとしてのqTokenで、Cardanoの期待された収益を得られる仕組みを強化でき（これはqTokensをサポートします）、オープンファイナンスの構成可能性を定義する財産のロックを解除できます。

CardanoDeFiプロトコルを構築する開発者は、Liquidity Protocolを使用して、利息のつくqTokenを持つことで、追加収益と継続的な利回りの収入源として保有するdAppの残高をマネタイズできます。

## 2.2 資産の借入

Liquidity Protocolを使用すると、ユーザーはqTokenを担保とし、プロトコルからスムーズに借入ができます（すべての市場には最低限必要な担保の比率があります）。直接貸付する仕組みと違い、Liquidity Protocolからの資産借入は、ユーザーが好きな資産を選ぶだけです。借入返済日、契約条件、初期費用、または非効率な高い担保比率などを決める必要はありません [\[10\]](#)。資産の供給やブロックごとに変動供給利息を獲得するプロセスと一貫性のあるように、すべての資産の各市場には、需供により計算される調整可能な借入金利（お金のコスト）があります。

### 2.2.1 担保の要件

プロトコルにユーザーが提供した資産（qTokenの保有により示される）は、Liquidity Protocol市場からの借入のための担保として記録されます。すべての市場には、0から1までで示される最小担保比率要件また

は「担保係数」があります。これは、市場から借りることができる基礎となるトークン値のパーセンテージを決定します。時価総額が低い資産は、担保係数が低くなります（非流動性とボラティリティによるリスクを軽減するため）。反対に、時価総額の高い流動資産は、担保係数が高く、強い担保として利用できます。ユーザーの基礎となるトークン残高の合計値に担保係数を掛けた値が、ユーザーの借入能力です。

ユーザーは、借入能力以下の金額を借入でき、借入合計額を自分の借入能力以上に増やす行動は（借り入れ、qToken担保の譲渡、原資産の引き出しなど）できません。これにより、プロトコルが返済不能となるリスクから保護されます。

## 2.2.2 リスク & 清算

借入能力を超えた未返済の借入額を持つユーザーは清算対象となり、借入額の一部は、ユーザーのqToken担保と引き換えに、スポット価格から清算のペナルティインセンティブを差し引いた金額でプロトコルに返済されます。貸付プロトコルでは、清算人が迅速に介入し、不安定な時期に未返済借入額の返済不能となるリスクを軽減する必要があります。[\[11\]](#). Liqwidは、内部メカニズムを利用して返済不能な借入をプロトコルにプールし、アービトラージャーが、借入人の担保の一部を割引価格で入手し借入能力以上の借入を返済すること可能とすることで、清算を自動化をサポートしています。清算人が特定の口座アドレスを選択する必要があるEthereumDeFi貸付プロトコルとは異なり、返済不能額（および返済不能となった借り手の担保）のプールにより、分散型取引所（DEX）と同様に機能する「清算プール」の仕組みが可能になります。唯一の注意点は清算人で、担保と引き換えに割引率でポジションを返済するように奨励されています。

清算によって返済することができるアカウントの総借入額の最大の割合は、0～100%の範囲であり、100%未満の場合、借入額が借入能力を下回るまで、清算が行われる可能性があります。

## 2.2.3 初期のユーザー

Liqwidは、ユーザーが一連のグローバルな流動性プールから競争力ある金利で資金を利用できるようにすることで、主要なプロトコルユーザーに価値を還元しながら、TradFi貸付モデルの欠点を克服することを目指しています。:

- 借り手は、手数料ゼロ、スリッページゼロで競争力のある借入金利を利用でき、担保を売却する必要はありません。
- 貸し手は、アルゴリズムで計算された各ブロックの供給率で利息を発生させます。
- 開発者は、dAppの残高をLiqwid市場に直接接続して利子を得る統合を構築できます。
- 清算人は、返済不能借入を返済することにより、返済不能リスクからLiqwid市場を守ること、利益を得ることができます。

## 2.3 金利曲線

Liqwidプロトコルは、金利モデルを使用して、需要と供給に基づいて各市場の金利曲線を生成します。借入金利は、その市場の需要の直接的な関数となります。借入需要が低い場合は金利を低くし、借入需要が高い場合は高くなります。すべてのLiqwid市場の市場利用率は、その市場の供給された資金に対する借入られた資金の割合です:

$$\text{Market Utilization} = \text{borrowedSupply} / (\text{borrowedSupply} + \text{marketSupply})$$

LQトークン保有者は、Liqwidガバナンスプロセスを介して、市場利用率から導出される借入需要曲線

の更新を実装できます。借入金利モデルの例:

$$\text{Borrow Rate} = \text{riskFreeRate} + (\text{marketUtilization} * \text{marketRate})$$

流動性プロバイダーが獲得する供給率は、現在の市場利用率と借入率の関数です。:

$$\text{Supply Rate} = \text{borrowRate} * \text{marketUtilization}$$

## 2.3.1 流動性インセンティブ

Liquid Protocolは、流動性プロバイダーに資産を供給するようにインセンティブを与えるために金利曲線に依存しています。流動性危機のシナリオでは、資産に対する需要が異常に高く、新しい借入(または引き出し)に利用できる供給が減少します。

この流動性危機のシナリオを緩和するために、Protocolは、金利の上昇させ、新しいLP供給と借入返済の両方を奨励し、新規借入を思いとどまらせます。さらに、市場利用率が需要の高いポイントに達すると、金利曲線のkinkPointが適用され、utilizationMultiplierJumpに応じて曲線の勾配が大きくなり、借入返済と新規供給がさらに促進されます。

- 流動性が十分にある場合: 新規借入を奨励するため低金利にします。
- 流動性が不足している場合: 借入返済と追加資金供給を奨励するため高金利にします。
- LQトークンの配布スケジュールは、早期の供給をブートストラップし、長期の流動性プロバイダーに報酬を与えるように設計されています。

## 3 プロトコル 構造 & デザイン

Liquid Protocolの基本的な目的は、Cardanoユーザーが未収利息を継続的に計算しながらネイティブ資産を供給および借用できるように複式簿記を維持する非保管型の金融市場、または分散型元帳を確立です。Liquid Protocolを構成するスマートコントラクトは、Cardanoブロックチェーンにデプロイされます。それらは常に完全に無料で使用でき、一般にアクセスできます。

### 3.1 qTokens: Cardano ネイティブアセット

すべてのLiquid市場は、コイン生成ポリシースクリプトを介してCardanoのネイティブアセットを生成(およびバーン)する機能を備えたスマートコントラクトとして構築されています[7]。ユーザーのアカウント残高はqToken残高として表されます。ユーザーはいつでも、Liquidマーケットにアセットを提供してqTokenを作成したり、原資産のネイティブアセットとqTokenを交換してアセットをマーケットから引き出したりすることができます。qTokenと原資産との間の交換レートは、資産の未返済借入によって利息が発生するため、時間の経過とともに継続的に増加します。交換レートの計算式は次のとおりです。:

$$\text{exchangeRate} = \frac{\text{marketSupply} + (\text{totalBorrows} * \text{reserveFactor})}{\text{qTokenSupply}}$$

市場の借入総額が増加すると(借入利息が発生)、qTokenと市場の原資産との間の交換レートが上昇します。

スマートコントラクトエンドポイント	説明
Mint	デポジットは、サポートされている原資産を受け入れ、現在の為替レートで対応するqTokenをミントします。
Redeem / RedeemUnderlying	トランザクションインプットとしてqTokenを受け入れ、qTokenをバーンし、同等の価値の量の原資産をユーザーのウォレットに送信します。RedeemはqTokenの量に関して機能し、RedeemUnderlyingは償還される原資産の量に関して機能します。
Borrow	担保としてのqToken量より、市場でサポートされている原資産の1つで借入額を要求します。成功した場合、担保は契約によってロックされたままになり、借入資産は借入人が自由に使えます。
RepayBorrow / RepayBorrowBehalf	原資産を受け入れ、未払利息を計算し、ユーザーの借入残高の借入額から返済額を差し引きます。代理返済のため、誰の借入を代わりに返済しているのか示すためのアドレスを指定できます。
Liquidate	原資産を清算プールに転送し、ユーザーの借入残高を更新し、次にqToken担保を借り手から清算プールサプライヤーのアドレスに転送します。

Table 1. プライマリqTokenスマートコントラクトエンドポイントの説明

## 3.2 金利曲線の機能

Liquid市場は、アルゴリズムで計算された金利であり、すべての借り手に平等に適用され、市場の現在の需給状況を反映するように動的に更新されます。

各マネーマーケットの金利のアーカイブは、市場の原資産を鑄造、償還、借入、返済、または清算するユーザーの機能でLiquid市場の金利が更新されると更新される金利インデックスを介して保存されます。具体的には、プロトコルはinterestSlotsを使用して、利息インデックスが最後に計算されたからのスロット数を参照します。最新のスロットはinterestSlotNumberとして、利息インデックスが保存されるたびに保存されます。

### 3.2.1 マーケットの行動

Liquid市場で実行されるすべてのトランザクションは、最後のインデックス以降のスロットの利息を使用して、最後の利息インデックス(最新のinterestSlotNumberとして保存)以降の利息を発生させるために金利インデックスを更新します。レート\*スロットによって、ほぼブロックごとの単純な金利を使用して計算されます。:

$$\text{Index}_{a,n} = \text{Index}_{a,(n-1)} * (1 + \text{rate} * \text{slots})$$

Liquid市場の総借入額は、前回の金利インデックス以降に累積された金利を考慮して定期的に計算されます。:

$$\text{totalBorrowBalance}_{a,n} = \text{totalBorrowBalance}_{a,(n-1)} * (1 + \text{rate} * \text{slots})$$

流動性バッファとして市場によって保持される返済利息の部分は、reserveFactorとして定義されず。:

$$\text{reserves}_a = \text{reserves}_{a,(n-1)} + \text{totalBorrowBalance}_{a,(n-1)} * (r * t * \text{reserveFactor})$$

## 3.2.2 借入者の行動

原資産の未収利息を考慮したユーザーの借入残高は、現在のレートのインデックスをユーザーの借入残高が最後にチェックポイントされたときのインデックスで割った比率として計算されます。

qToken内の各借り手アドレスの残高は、データ値(または契約出力にリンクされたデータ)として保存されます。データには、借入開始された時点と、ユーザーのアカウントに対して最後に更新された時点の残高が含まれています。

## 3.3 ネイティブアセットの借入

借入を希望する担保を預けているユーザーは、希望するqTokenコントラクトで借入できます。借入エンドポイントは、ユーザーの現在のアカウントの流動性をチェックし、十分な担保が提供されている場合は、ユーザーの借入残高を更新し、原資産ネイティブアセットをCardanoアドレスに転送し、市場の変動金利と金利指数を更新します。

開かれた借入は、上記のセクションで合計残高が計算されるのと同じメカニズムで、ブロックごとに利息を累積します。Liquid市場の借り手は、repayBorrowまたはrepayBorrowForを呼び出すことにより、いつでも未払借入を返済できます。これにより、未払いの借入残高の一部または全額が返済されます。

## 3.4 清算イベント: LQ 安全性プール

Liquidユーザーの未返済借入残高が、担保係数で決められる借入能力を超える場合、パブリックな清算機能による清算を行うことができます。これにより、清算された借り手の担保が差し押さえられ、清算人のネイティブアセットと交換されて、プロトコルが返済不能リスクから保護されます。

担保プールは、債務不履行に陥った借り手の担保金額をすべて積み上げ、清算人が清算プールに預け入れた資産と交換します。プロトコルを返済不能から保護しているユーザーにインセンティブを与えるために、清算人は清算インセンティブが与えられます。借り手の口座を清算するときにユーザーが受け取る借り手の担保の割引を表す乗数で示されます。

Liquidプロトコルを保護するための2番目のメカニズムは、Aave Safety Module同様の機能を備えた、Safety Pool(SP)という名前のスマートコントラクトにトークンを預けるようにLQ保有者にインセンティブを与えることです。[\[12\]](#) 預け入れられたLQは、清算プールを通じて清算を正常に実行できない場合の流動性バックストップとして使用されます(清算人からの資金供給では全額を返済するのに十分ではありません)

LQをSPIに預けるといふLQ保有者の決定は、清算インセンティブの形で報酬を受け取る見返りにデフォルトリスクからプロトコルを保護するため、流動性不足イベントの受け入れを前提としています。



システムに組み込まれたプロトコルインセンティブもプロトコルの安全性に貢献します。LQ保有者は、流動性のバックストップとして機能するためにトークンをSPに預けることが奨励されているからです。その見返りとして、プロトコルによって取得された値の一部である配当係数も受け取ります。プロトコル収入の一部はDAOIに送金され、LQ保有者への配当として支払われます。LQはいつでもSPから引き出せますが、この期間中にプロトコルによって取得された値の配当を受け取る権利を主張するには、少なくとも1エポック(Cardanoで5日間)を維持する必要があります。

## 3.5 価格フェード

プロトコル内のオラクルは、オラクル契約がチェーン上に投稿する既知の公開キーを使用して一定の間隔で価格データに署名する一連の分散型データプロバイダー(取引所、DEXなど)を介したオープン価格フィードを可能にします。価格フィードは、借入能力と担保要件を決定するためのプロトコル機能、およびユーザーのアカウントに相当する値を計算する必要があるすべての関数の中核です。

## 3.6 コントローラー

Liquidプロトコルは、v1の起動時に、特定のCardanoネイティブアセット(十分なアドレスの多様性とトークンの流動性を備えた)のみをサポートします。市場を追加するためには、Liquidエコシステムのガバナンス主導のプロセス(Market Initiation)内で追加される必要があります。Liquid市場は、ガバナンス管理機能initMarketに従って作成できます。これにより、ユーザーは新たに形成された市場の原資産と直接関わり始めることができます。(最初のMarket Initiation時にqTokenは存在しません)。ユーザーが借入を開始するには、オラクル価格フィードから検証可能な正確なスポット価格が必要です。資産を担保として使用するには、有効なスポット価格と、必要な担保金額を設定するcollateralFactorが必要です。

各コントラクトエンドポイントは、最初に、コントローラーと呼ばれるLiquidプロトコルのリスク管理レイヤーを介し、シミュレートされます。このコントラクトは、ユーザーアクションの実行を有効にする前に、提供された資産に対する借り手の担保係数とこれらの現在のアカウントの流動性レベルを検証します。

## 3.7 ガバナンス

LiquidDAOガバナンス構造は、LQ保有者に投票権を付与し、プロトコル内の意思決定力が初期ユーザー間で効果的に分散されることを保証するイニシアチブとして、メインネットでのv1リリース時に展開されます。

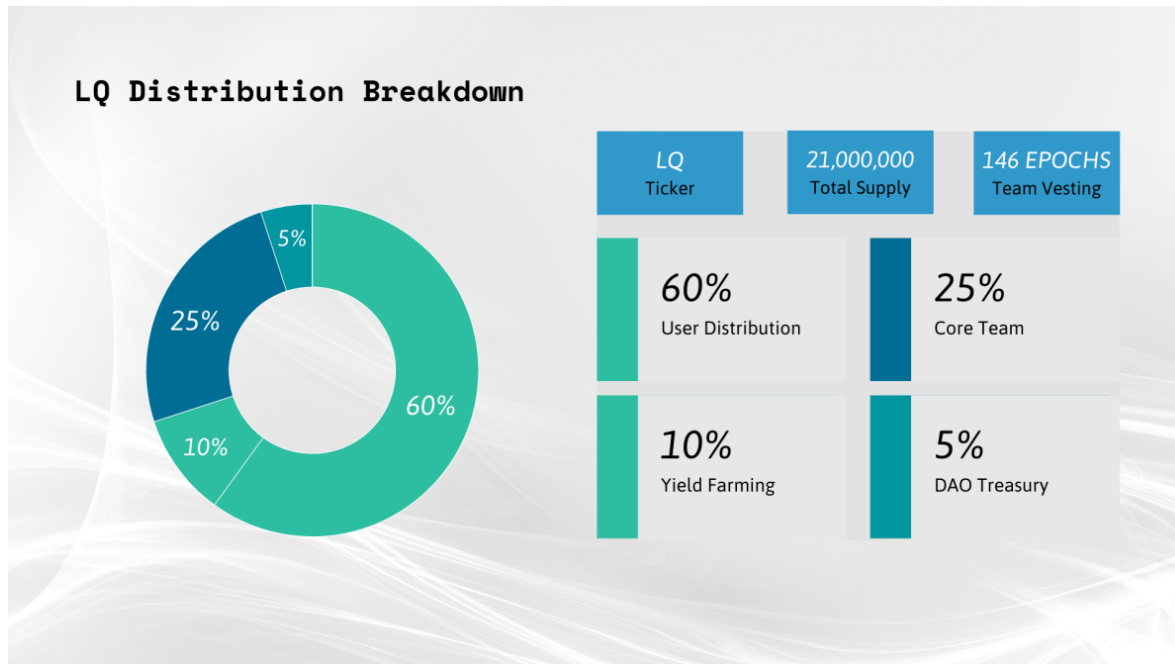
LiquidDAOIは、Liquidプロトコルで分散型の意思決定プロセスと委任投票システムを有効にすることにより、コミュニティに力を与えます。これはLQトークン所有者によって管理され、Liquidプロトコルのコアコンポーネントです。調整メカニズムとして、LQにより、コミュニティはプロトコルの方向を協力して決定できます。

ガバナンスプロセスには次のものが含まれます:

- MarketInitiationを介して新しいqTokenマーケットに提案/投票する機能.
- コントラクトパラメータの更新を提案/投票する機能.
- 新しい金利戦略を提案/投票する機能.
- 市場の準備パラメータを提案/投票し、プロトコルによって取得された値をDAOおよび配当パラメータに割り当てる機能.

## ガバナンスの分布

配布スケジュールとトークン配分は、DeFiプロトコルがコミュニティ主導であることを促進し、アーリーアダプターに十分なインセンティブを与え、主要なプロトコルユーザー間で長期的なインセンティブを調整して、エコシステムの将来の成長を促進するように設計されています。



## 公正な Vesting

コアチームに割り当てられたトークンは、固定のVestingスケジュールに従って配布され、最初の146エポック(2年間)の間にコアチーム、アドバイザー、および技術パートナーにLQが徐々にリリースされます。創設チーム、アドバイザー、テクノロジーパートナー(25%)に割り当てられたトークンは、エポックごとに2年間トークンをリリースするスマートコントラクトによってロックされています。Vesting期間は、v1のリリース時に始まります。

- LQトークンの総額: 21,000,000
- コアチーム(創設チームと将来の採用者を含む)、アドバイザー、テクノロジーパートナーに割り当てられたLQトークンの割合: 25%
- VestingされたLQトークンの総額: 5,250,000
- Vesting期間: 146 epochs
- リリーススケジュール: 1 epoch
- エポックごとにLQトークンの放出量: 35,958.904
- エポックごとにリリースされるLQトークンの割合: 0.68%

## 4 まとめ

- Liqwidは、Cardanoネイティブアセットのために、堅牢で安全に機能する流動性プール(マーケット)を形成します。
- すべてのLiqwidマーケットには、ネイティブアセットの需要と供給によって決定される金利があります。借入需要が拡大したり、供給がなくなると金利が上昇し、流動性を追加で供給しようとするユーザーのインセンティブになります。
- ユーザーは、中央集権機関に保管を任せることなく、マーケットにトークンを供給して利子を得ることができます。
- ユーザーは、Liqwid口座の残高を担保にして(使用、売却、または再貸付のために)、マーケットのネイティブアセットを借りることができます。

---

## 参考文献

- [1] The Decentralized Financial Crisis: Attacking DeFi.  
[https://www.researchgate.net/profile/Daniel-Perez-116/publication/339374442\\_The\\_Decentralized\\_Financial\\_Crisis\\_Attacking\\_DeFi/links/5e8218d7299bf1a91b8cf48b/The-Decentralized-Financial-Crisis-Attacking-DeFi.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Daniel-Perez-116/publication/339374442_The_Decentralized_Financial_Crisis_Attacking_DeFi/links/5e8218d7299bf1a91b8cf48b/The-Decentralized-Financial-Crisis-Attacking-DeFi.pdf)
- [2] Aave Whitepaper.  
<https://github.com/aave/protocol-v2/blob/master/aave-v2-whitepaper.pdf>
- [3] Compound Whitepaper.  
<https://compound.finance/documents/Compound.Whitepaper.pdf>
- [4] Uniswap Whitepaper. <https://uniswap.org/whitepaper-v3.pdf>
- [5] Sushi Docs. <https://docs.sushi.com/>
- [6] W3 Decentralized Identifiers.  
<https://www.w3.org/TR/2021/CRD-did-core-20210522/>
- [7] Plutus Docs.  
<https://docs.cardano.org/projects/plutus/en/latest/tutorials/basic-forging-policies.html>
- [8] Africa's Growing Mobile Money Market.  
[https://www.ey.com/en\\_gl/banking-capital-markets/how-africa-s-growing-mobile-money-market-is-evolving](https://www.ey.com/en_gl/banking-capital-markets/how-africa-s-growing-mobile-money-market-is-evolving)
- [9] Constant Function Market Makers.  
<https://medium.com/bollinger-investment-group/constant-function-market-makers-defis-zero-to-one-innovation-968f77022159>
- [10] Synthetic Docs. <https://synthetix.community/docs/staking-strategies>
- [11] Black Thursday Post-Mortem.  
<https://defipulse.com/blog/defi-status-report-black-thursday/>
- [12] Aave Docs. <https://docs.aave.com/aavenomics/safety-module>