特別企画 NTT研究所におけるOSSプロジェクト

# Linuxのメインライン統合を実現したファイルシステム「NILFS」

NTTサイバースペース研究所が開発したLinux向けログ構造化ファイルシステム「NILFS（the New Implementation of a Log-Structured File System）」。同研究所では、NILFSの機能を拡充し、NILFSのLinuxメインライン統合をついに実現させた。本稿では、NILFSの概要と、決して平坦ではなかったメインライン統合への道程を紹介する。

日本電信電話㈱
NTTサイバースペース研究所
OSSコンピューティングプロジェクト
マネージャー
工学博士
主幹研究員 **盛合 敏**氏

日本電信電話㈱
NTTサイバースペース研究所
OSSコンピューティングプロジェクト
カーネルグループ
主任研究員 **小西 隆介**氏

## いつでも過去へタイムワープ

NILFSとは、NTTサイバースペース研究所がLinux用に開発したログ構造化ファイルシステムである。

NILFSの特長は、データ更新の「差分」を連続的に追記方式で保存できることだ。図1に示すように、ファイルシステムのある瞬間の状態（スナップショット）を、データの変更がある度に保存しているのだ。

これは、従来のファイルシステムが、常に上書き保存するのとは大きく異なる。差分を追記保存しているため、誤ってファイルの削除や上書きをしてしまった場合でも、過去に更新されたデータをいつでも復元できるのである。「NILFSでは、サービスを停止することなくすべての更新を保存することができます。これにより、データの可用性を高め、システムの異常停止後の復旧時間の短縮、設定ミスや操作ミスなどによる障害からの復旧を容易に行うことが可能となります」（NTTサイバースペース研究所　OSSコンピューティングプロジェクトマネージャー　盛合敏主幹研究員）

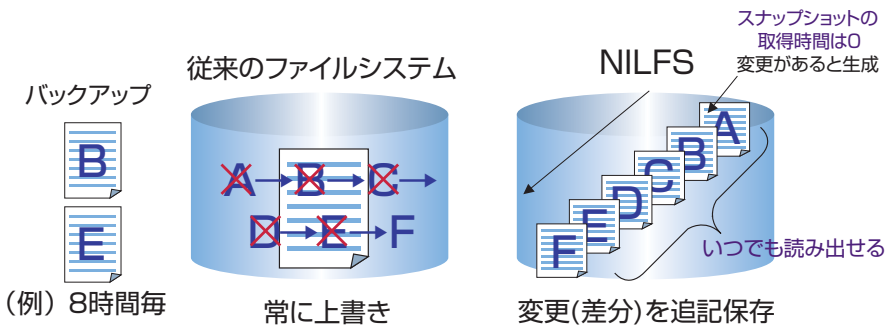


図1　NILFSのしくみ

## メインライン統合の大きな意義

NTTサイバースペース研究所では、NILFSの開発当初より、Linuxメインライン統合（Linuxの標準カーネルへの採用）を目指していた。Linuxのメインラインに統合されるということには大きな意義があるからである。

例えば、メインライン統合により、長期安定的な利用が可能になる。Linuxは常に進化しており、Linuxカーネルの内部インタフェースも頻繁に変化しているが、メインラインに統合されていれば、他の開発者が随

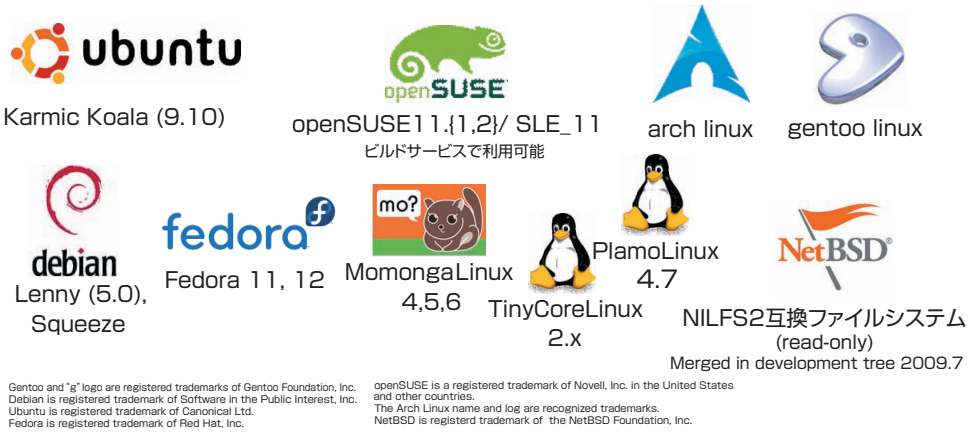


図2　NILFSを採用しているディストリビューション

時変更作業をしてくれるのである。

また、世界中のエンジニアからフィードバックを得られる。様々な環境やアーキテクチャで利用されるため、これまで抽出できなかった問題も発見可能になるだろう。

さらに、ディストリビューションへの採用という面でもメリットがある。メインラインカーネルは、全てのLinuxカーネルの源である。商用展開にはパッケージ採用・サポート確保が不可欠であるが、パッケージ提供の労力を開発者側が負担しなくてよくなるのである。実際、NILFSがLinuxメインラインに統合される前は、2つのディストリビューションで採用されているだけだったが、統合された後には、10以上の幅広いディストリビューションで採用されている（図2参照）。

## Linuxメインライン統合へ向けて

NILFSの開発が開始されたのは、2004年12月のことである。その時から、NTTサイバースペース研究所のNILFS開発チームは、NILFSのLinuxメインライン統合へ向けた長い道程を歩むことになる。2005年9月に、NILFSをオープンソースとして公開し、翌2006年6月には、Linux推進団体「OSDL」（現The Linux Foundation)の会議において、Linuxのメンテナ（責任者）であるAndrew Morton氏に、NILFSのLinuxメインライン統合（マージ）を提案した。

Morton氏から出された条件は、「過去のデータを選別して消去できるガーベジ・コレクション機能をNILFSに実装すること」というものであった。そこで、NILFS開発チームは、ガーベジ・コレクション機能の開発を開始した。

## 過去のデータを選別して消去するガーベジ・コレクション機能

ガーベジ・コレクション機能を直訳すると「ごみ集め」となる。つまり不要となった過去のデータを選別し、消去するという機能である。

すべてのスナップショットを保存していくと、ディスクの空き容量が枯渇してしまう。また、必ずしも古くなったスナップショットを全て残しておく必要はない。NILFSでは、この機能により、必要とされる任意のスナップショットを保存し、そうでないものを選別して消去することができる（図3参照）。このような複数の任意のスナップショットを残すよう

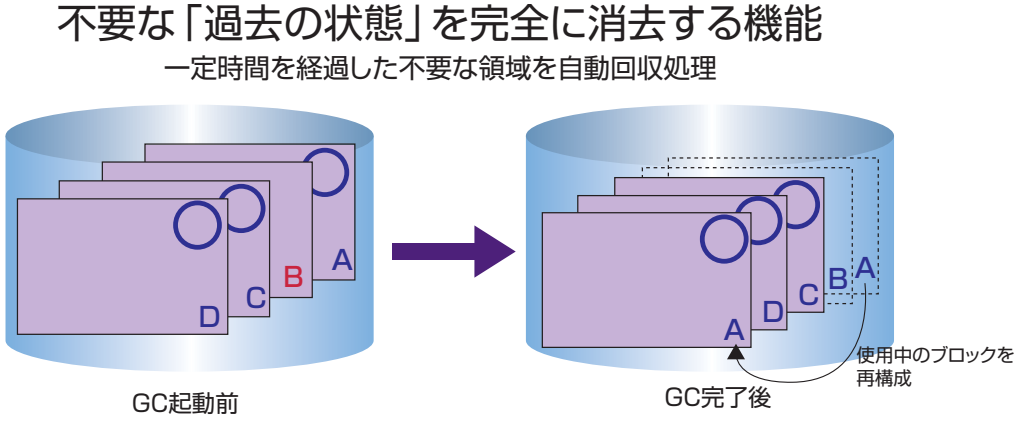


図3　ガーベジ・コレクション機能

特別企画

# NTT研究所におけるOSSプロジェクト

| | |
|---|---|
| ■2004年4月 | 現組織発足,正式プロジェクトとして検討開始 |
| ■2004年12月 | NILFS開発開始 |
| ■2005年6月 | Linux Conference 2005 で発表(日本) |
| ■2005年9月 | 初版(NILFSv1)OSS公開 |
| ■2006年6月 | OSDL の BOF meeting で提案、Andrew Morton, Ted Ts'o 氏らと議論 |
| ■2007年7月 | ゴミ集め機能搭載版(NILFS2)開発着手 |
| ■2007年6月 | NILFS2のテスト版を公開 |
| ■2007年7月 | Ottawa Linux Symposium (カナダ) でBOFセッション開催 |
| ■2008年2月 | NILFS2正式版リリース |
| ■2008年4月 | Debian テスト版に採用 |
| ■2008年8月 | LinuxコミュニティにRFCパッチを提案 |
| ■2008年9月 | 分割したパッチを再提案.同月Andrew氏の -mmツリーにマージ |
| ■2008年12月 | NILFS のレビュウ要請、NILFS と Btrfs のクロスレビュウが実現 |
| ■2009年1月 | ファイルシステムメンテナのChristoph Hellwig 氏と直接交渉 |
| ■2009年3月 | メインラインカーネルへのマージをAndrew氏に提案 |
| ■2009年4月 | Andrew氏を通じカーネル2.6.30-rc1にマージ |
| ■2009年6月 | カーネル2.6.30リリース(NILFS採用カーネルが正式にリリース) |
| ■2009年6月 | Ubuntu 9.10(karmic)採用.openSUSEビルドサービスでパッケージが利用可能に |
| ■2009年7月 | NetBSD に NILFS2 互換ファイルシステムが提案され、開発版に採用 |
| ■2009年8月 | Fedora 11、12 に採用 |

図4　Linuxメインライン統合への道程

なGC機能をログ構造化ファイルシステムで実現したのは初めてである。このガーベジ・コレクション機能の開発は、苦労の連続だったという。

「設計を一から見直す必要がありました。また、GCはディスク上のブロックを動かすため、不具合があるとファイルシステムを破壊するという致命的な障害の原因になるのですが、この問題を解消して安心して使えるようにするまでが予想以上に大変でした。」(NTTサイバースペース研究所　OSSコンピューティングプロジェクト　カーネルグループ　小西隆介主任研究員)

## 不具合への真摯な対応が評価されLinuxメインライン統合が実現

ガーベジ・コレクション機能の開発に成功したNILFS開発チームは、2008年8月に、Linuxコミュニティに NILFSを提案した。しかし、Linuxメインライン統合は簡単には実現しなかった。メインライン統合に必要な開発者からのレビュー・コメントが思うように集まらなかったからである。

こうした状況の中、NILFSの不具合の指摘が続出するという事態が起こった。しかし、これが転機になったという。NILFS開発チームは、こうした不具合にひとつひとつ丁寧に対応したのである。

小西隆介主任研究員は、「不具合対応をこなしていくうちに、NILFSを保守している雰囲気になってきました」と語る。結果的に、100件以上の不具合に対応したのだが、この真摯な対応が評価され、NILFSは、2009年6月にリリースされた新カーネル2.6.30にマージされた。Linuxメインラインへの統合がついに実現したのである。

## メンテナとしての責任を果たしていく

NILFS開発チームは今後、Linuxのメンテナとしての責任を果たしていくことになる。責任は重大ではあるが、メンテナであることのメリットも大きい。例えば、Linuxコミュニティ内での人脈である。実際、NILFS開発チームは、Linuxの開発者であるライナス・トーバルズ氏と直接コンタクトをとれる立場にいる。他の開発者を媒介して機能を提案する必要がないのである。

こうした影響力は、研究所内にとどまらず、NTTグループ全体としても大きなメリットだといえる。

現在、Linuxはあらゆる情報機器のインフラに入っているからだ。例えば、NGNの基幹サーバや、携帯電話の基幹系サーバ、光通信技術の基幹サーバなどである。

現在、NTTサイバースペース研究所内でも、NILFSを共有ファイルサーバで利用しているが、NILFSがLinuxメインラインへ統合されたことにより、NILFSの利用がさらに広がっていくとみられる。

「現在、NILFS開発チームではNILFSの利用シーンの戦略を練っているところです。できるだけ多くの方に利用してもらって、広めていきたいと考えております。」(盛合敏主幹研究員)

お問い合せ先
NTTサイバースペース研究所
TEL：046-859-2982
E-Mail：ospk@lab.ntt.co.jp
URL：http://www.nilfs.org/