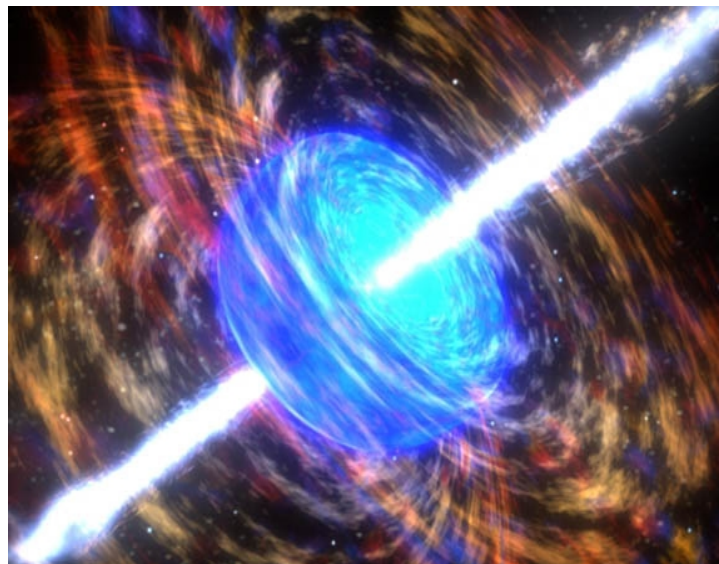


Dyski akrecyjne a ewolucja dżetów



Agnieszka Janiuk

Centrum Astronomiczne PAN

Zjazd PTA 17.09.2009

Dżety astrofizyczne

- **Błyski gamma**

centralny “silnik” wyrzuca dżet, emitujący promieniowanie gamma
musi być aktywny długo -> moment pędu otoczki, rotacja czarnej dziury
“silnik” musi być zmienny -> niestabilności

- **Galaktyki aktywne**

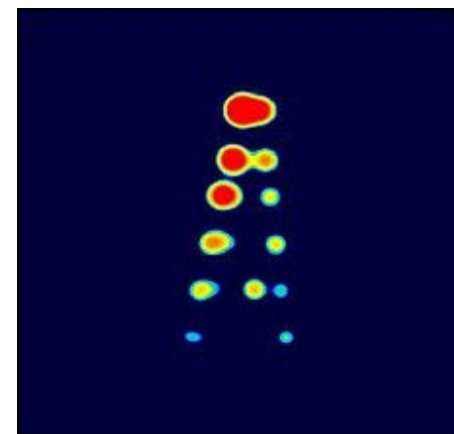
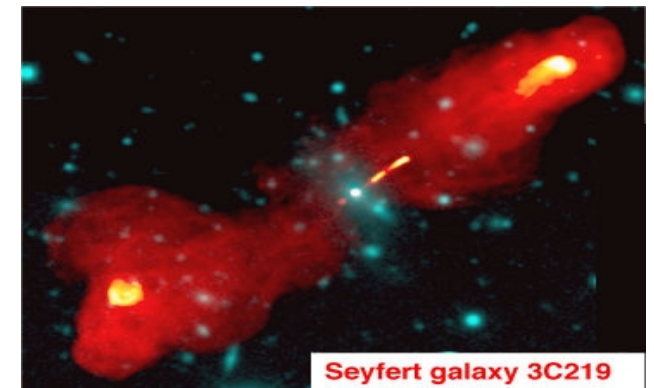
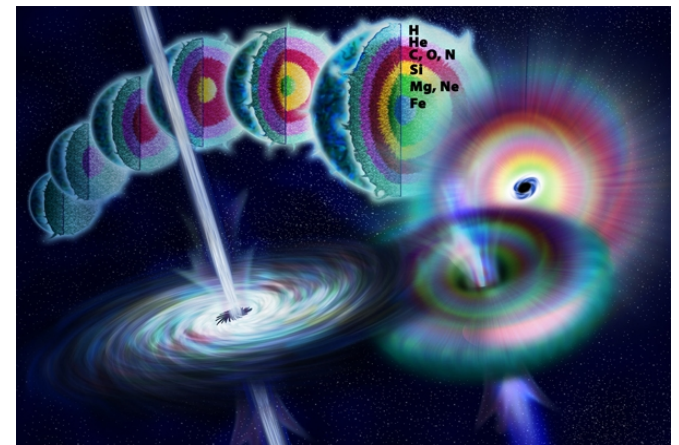
Precesja dżetów, obserwacje radiowe -> kwazar 1045+352

Modelowanie hydrodynamiczne 3D -> niestabilności nieosiowe, precesja dysku

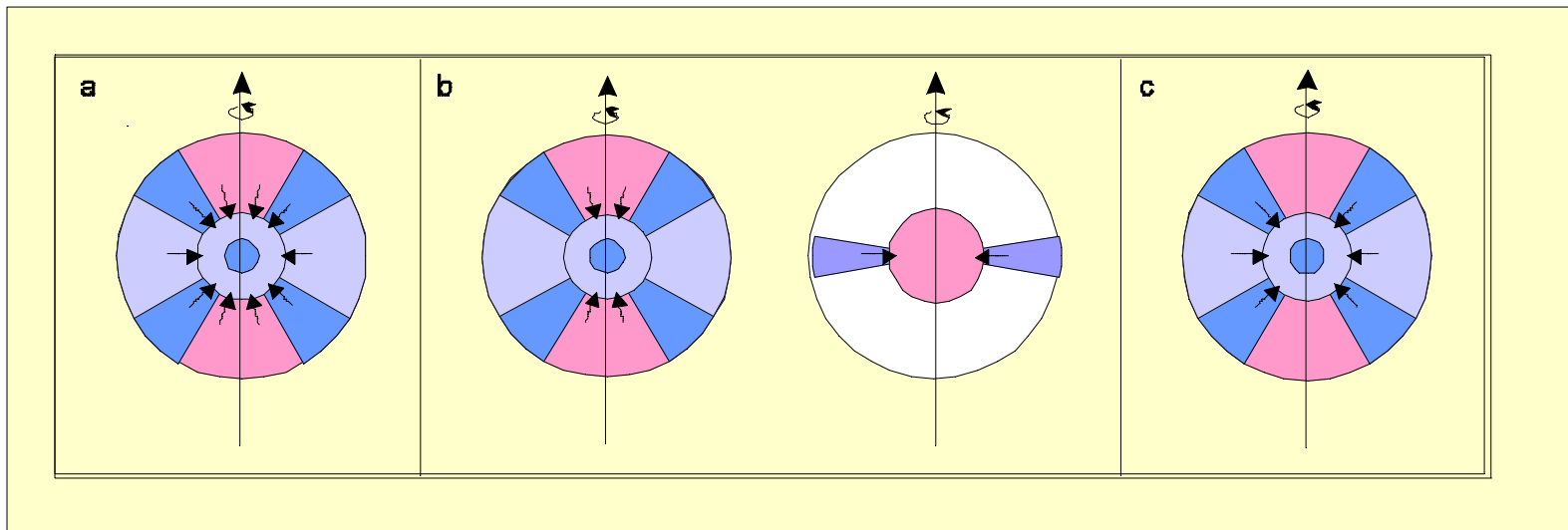
Reaktywacja dżetu: niestabilność dysku akrecyjnego w odniesieniu do młodych radioźródeł typu GPS -> cykle aktywności radioźródeł

- **Mikrokwazary**

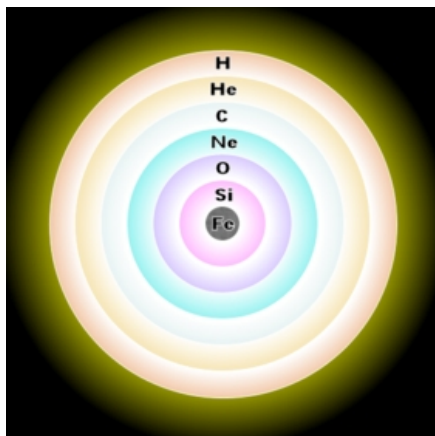
Dysk niestabilny ze względu na ciśnienie promieniowania -> cykle rozbłysków, stochastyczny wpływ



Długi błysk gamma: Jak czarna dziura rośnie w masę podczas kolapsu?



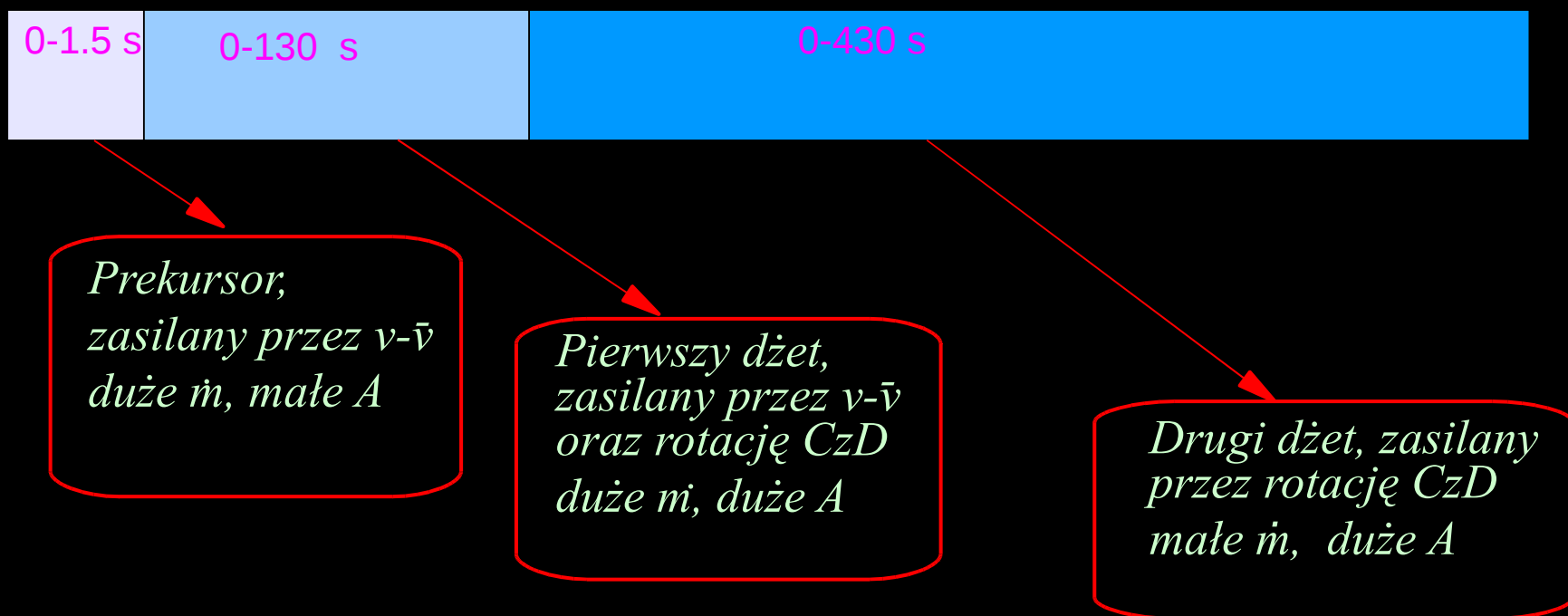
*Janiuk A. & Proga D.;
2008, ApJ;
Janiuk, Moderski &
Proga; 2008, ApJ*



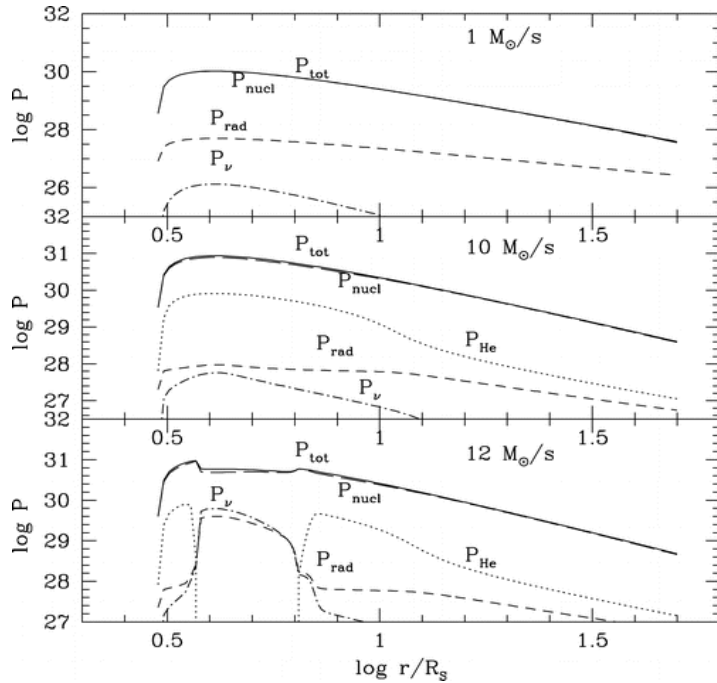
Liczymy ewolucję kolapsara, startując od masy czarnej dziury równej masie żelaznego jądra i dodając masę kolejnych warstw otoczki. Czarna dziura może się rozkręcać lub hamować.

Proces zależy od sprzężenia pomiędzy momentem pędu czarnej dziury a rotacją otoczki gwiazdy oraz od przyjętego scenariusza akrecji.

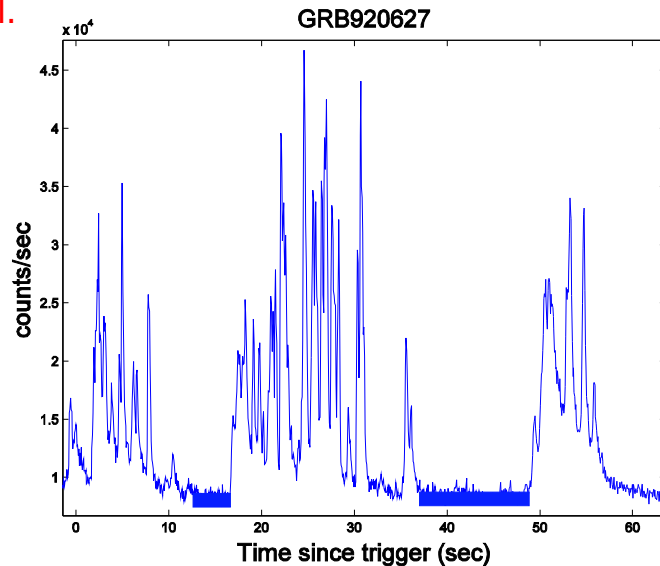
Trzy rodzaje dżetów w błyskach gamma



niestabilność w dysku neutrinowym

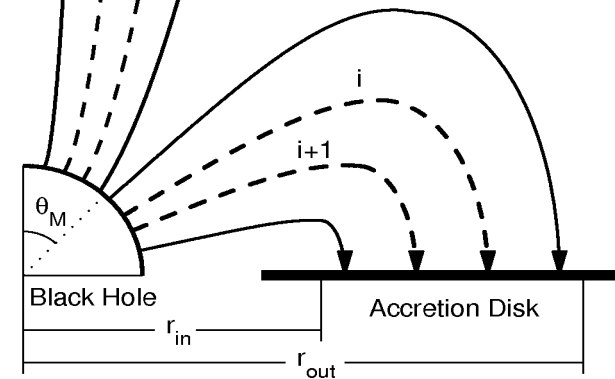


Janiuk et al.
(2007)

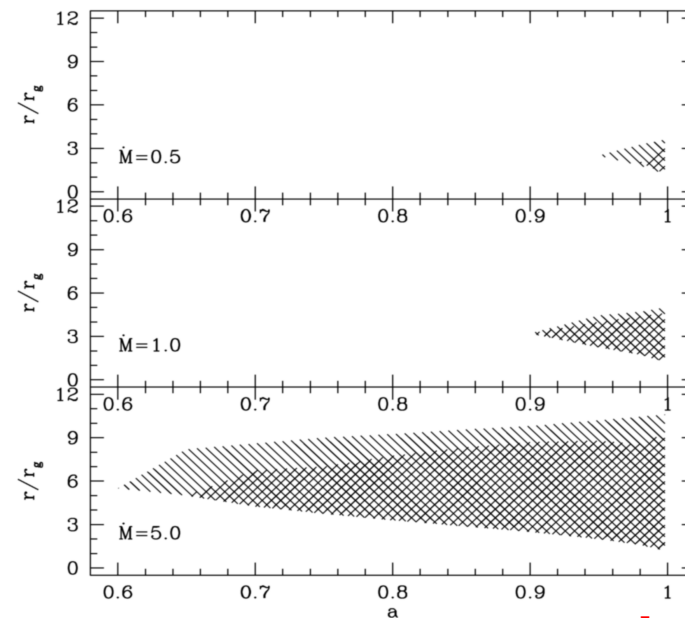


Astrophysical Load

McDonald & Thorne
(1982); Li (2000)

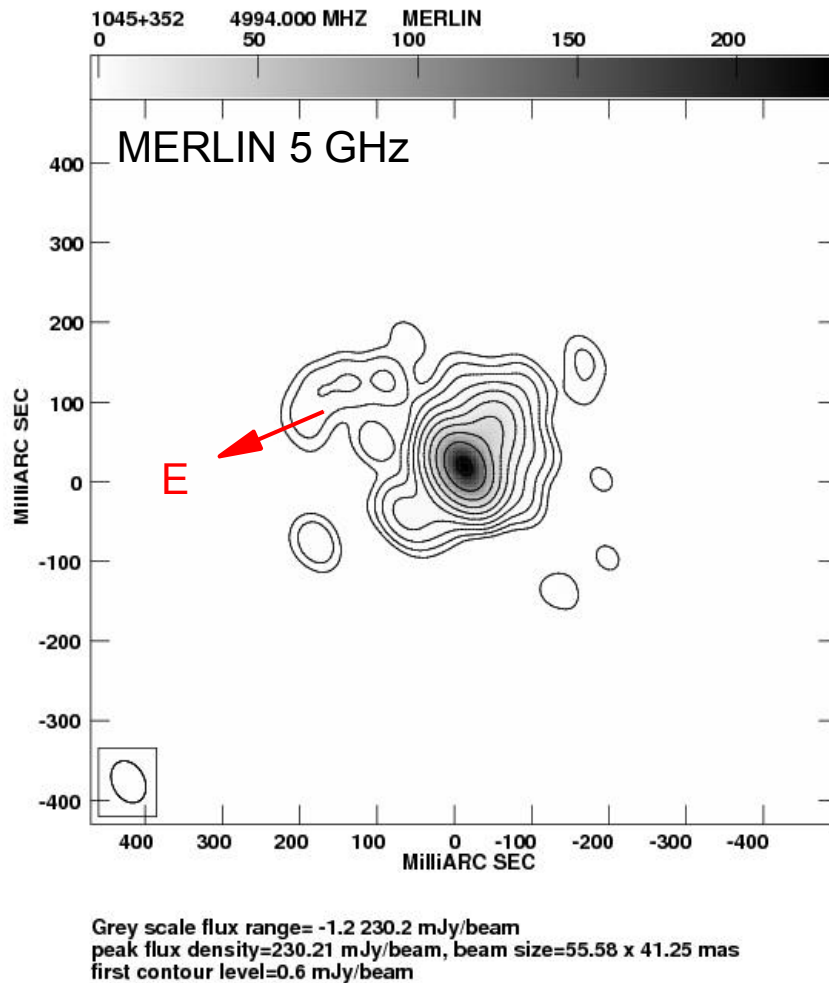


Sprężenie magnetyczne z rotującą czarną dziurą

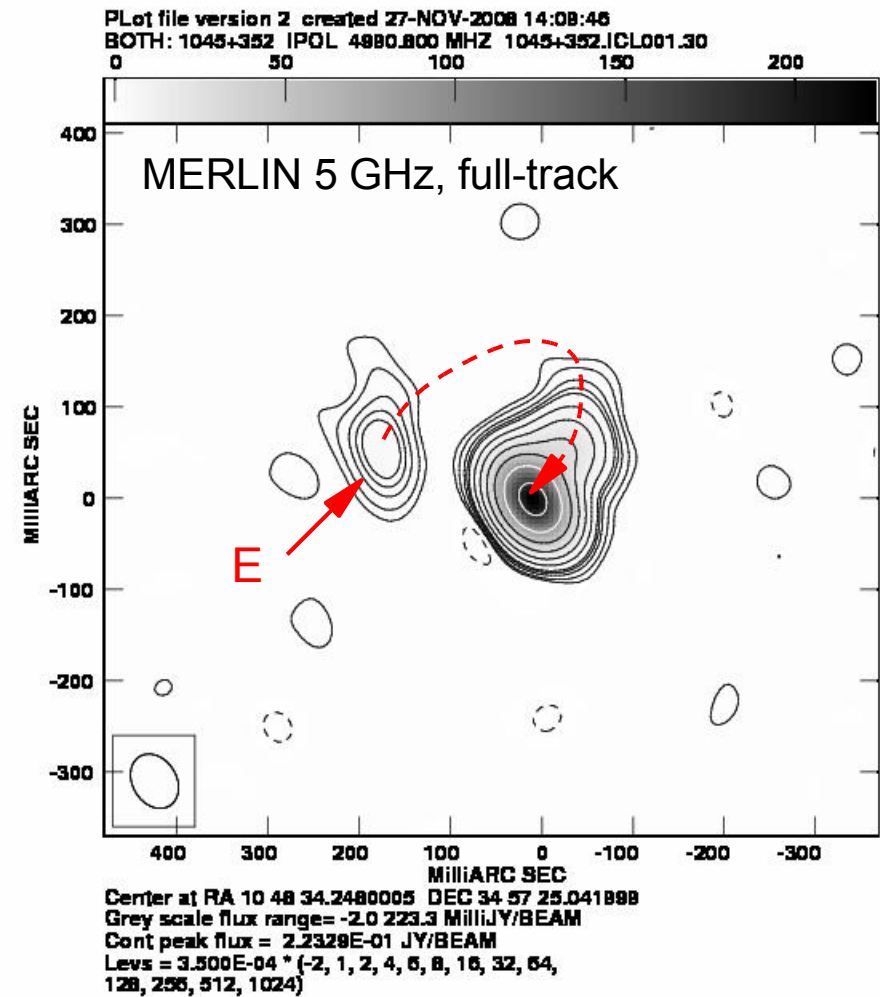


Janiuk & Yuan
(2009)

Kwazar 1045+352



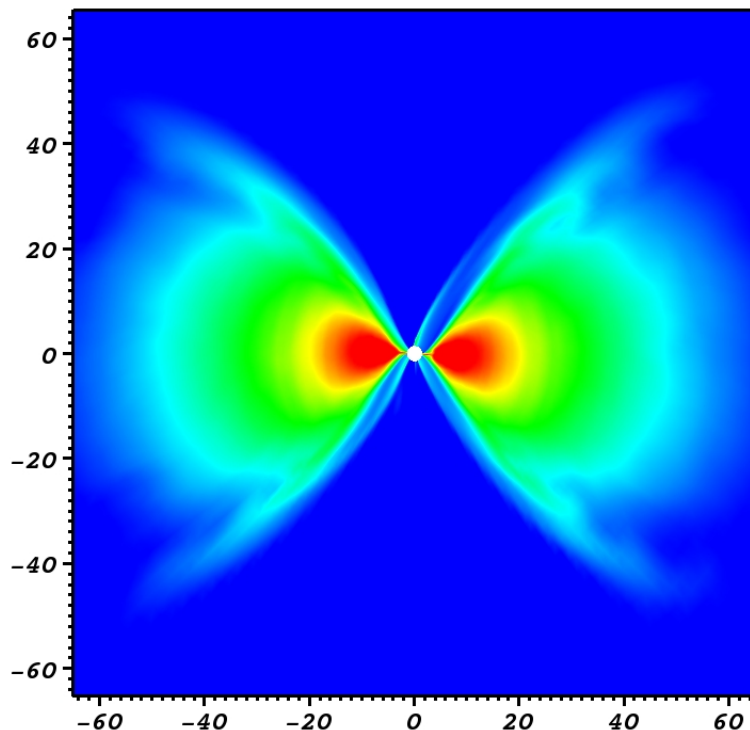
Kunert-Bajraszewska et al. (2009)



Restart aktywności?

Precesja dżetu?

Trójwymiarowe symulacje hydrodynamiczne akrecji na czarną dziurę

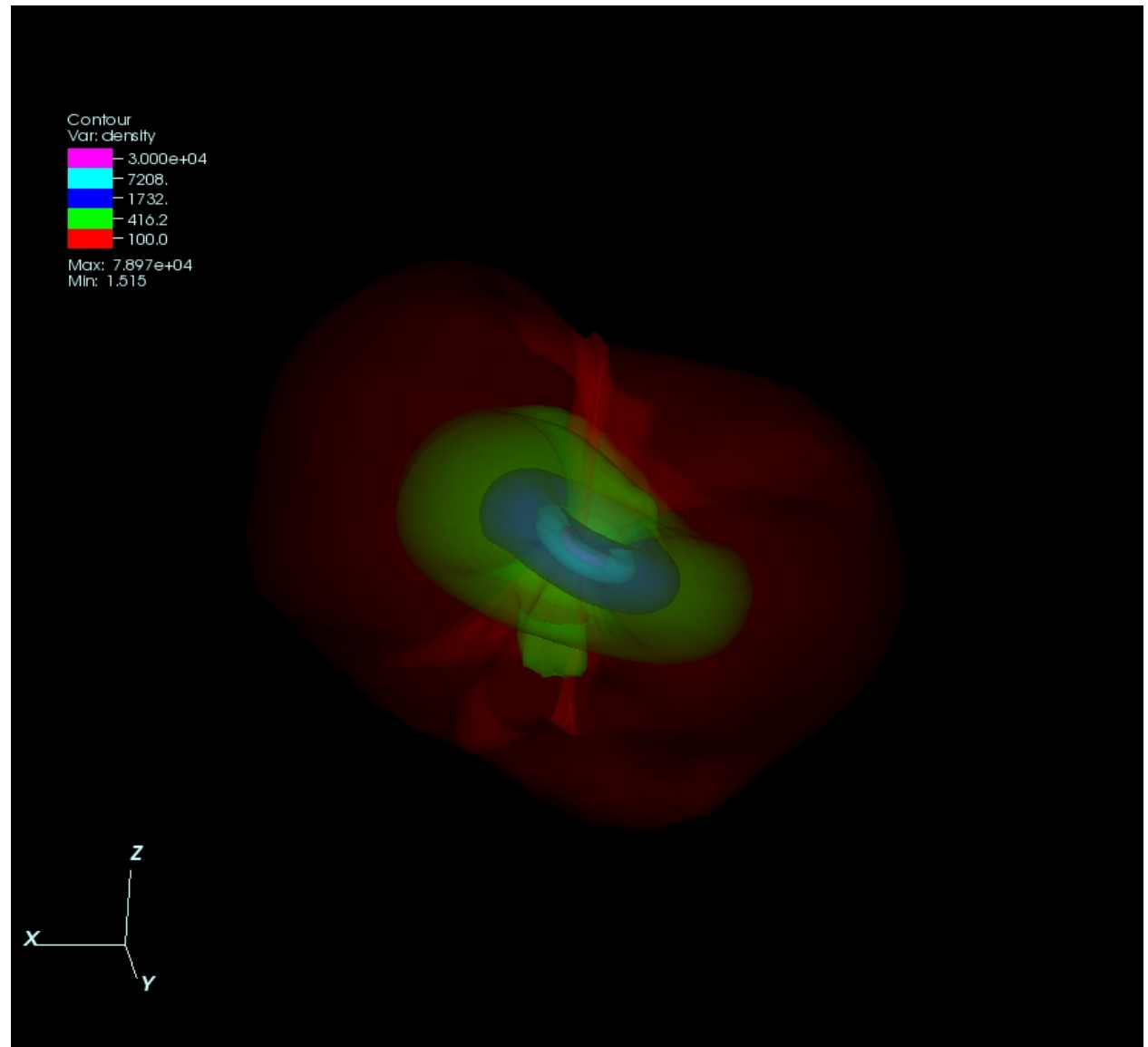


- Zakładamy początkowy sferycznie symetryczny rozkład gazu
- Warunki zewnętrzne określone przez temperaturę i prędkość dźwięku w nieskończoności
- Zadajemy mały moment pędu gazu w pobliżu równika
- Badamy ewolucję czasową powstałego torusa

*Janiuk A., Proga D., Kurosawa R., 2008, ApJ;
Janiuk, Sznajder, Mościbrodzka, Proga, 2009, ApJ*

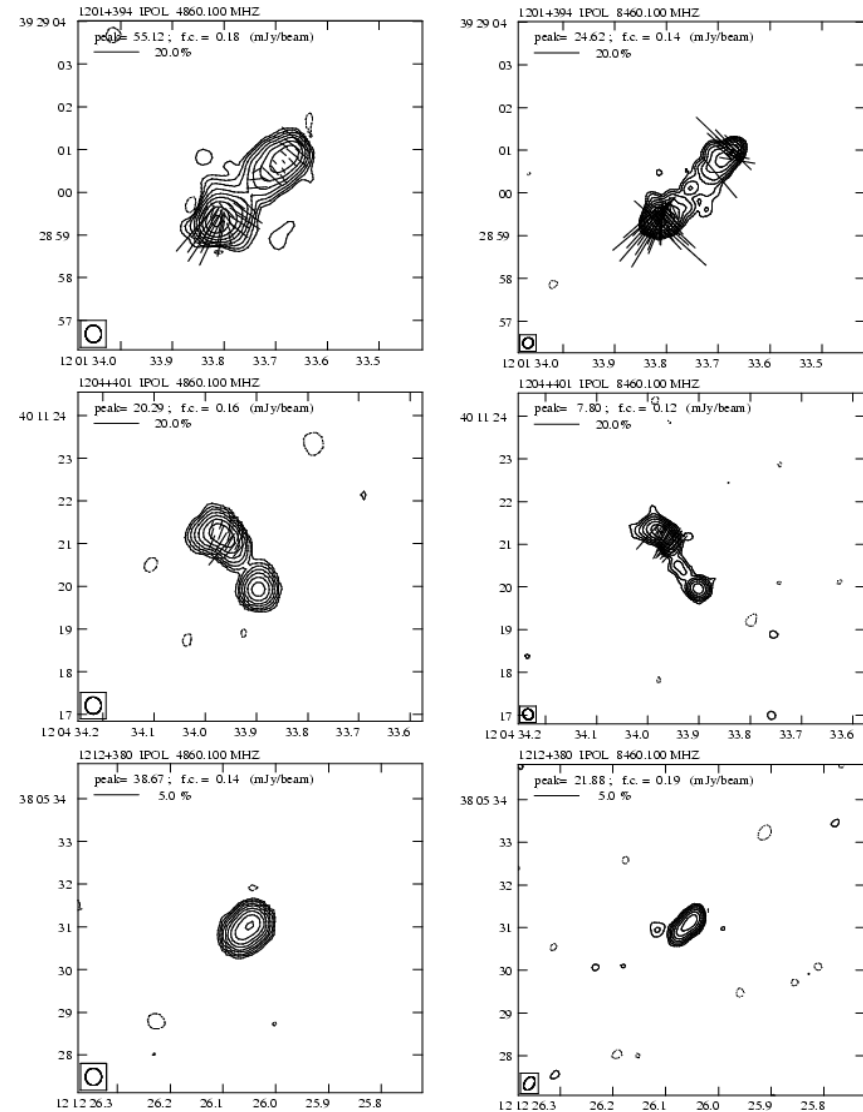
Wychylanie się i precesja wewnętrznego torusa

- Torus wychyla się z płaszczyzny równikowej wskutek niestabilności akustycznej
- Precesja różniczkowa; zachodzi w skali dynamicznej
- Precesję obserwujemy w modelach mocno naddźwiękowych
- Rozwój niestabilności i okres precesji zależy od wykładnika adiabaty



Cykle aktywności radioźródeł

- Małe rozmiary źródeł GPS wynikają z młodego wieku, rzędu kilkaset - kilka tysięcy lat
- Źródeł jest statystycznie za dużo, aby każde mogło dożyć sędziwego wieku
- **Hipoteza reaktywacji:**
 - Merdżery
 - Niestabilność akrecji

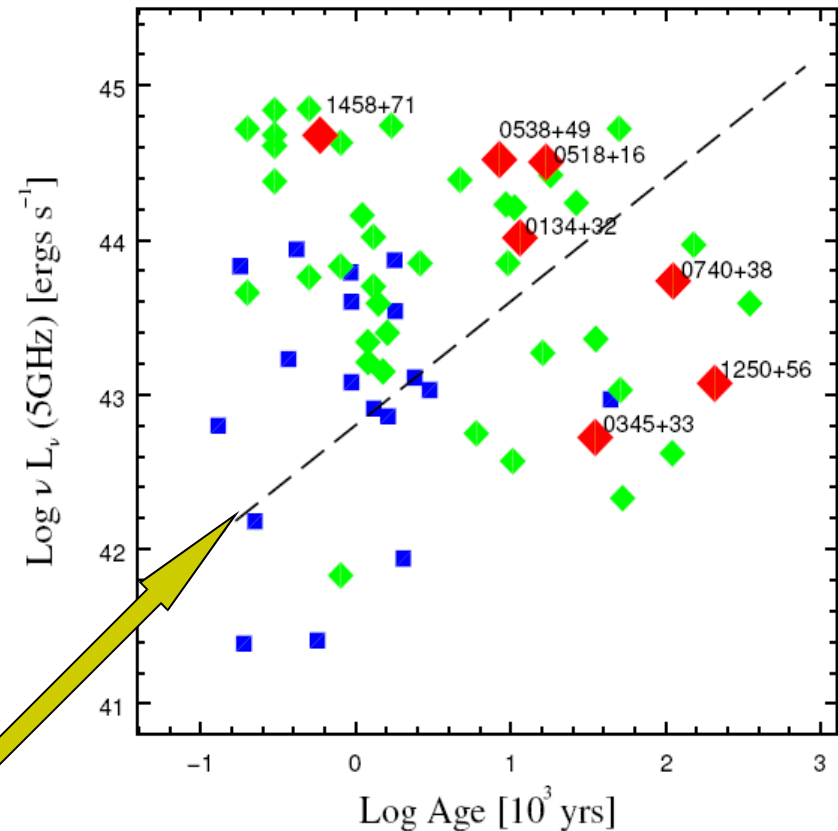


Fanti *et al.* 2001

Radioźródła GPS

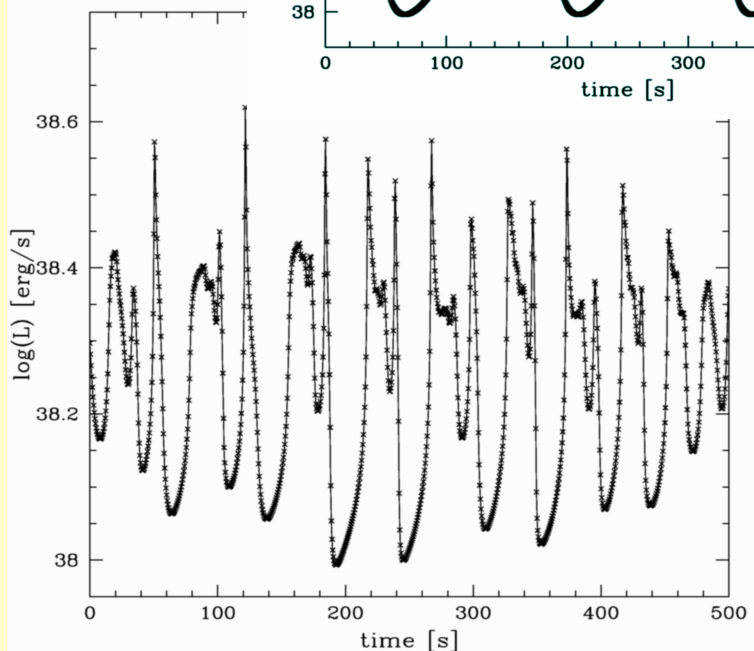
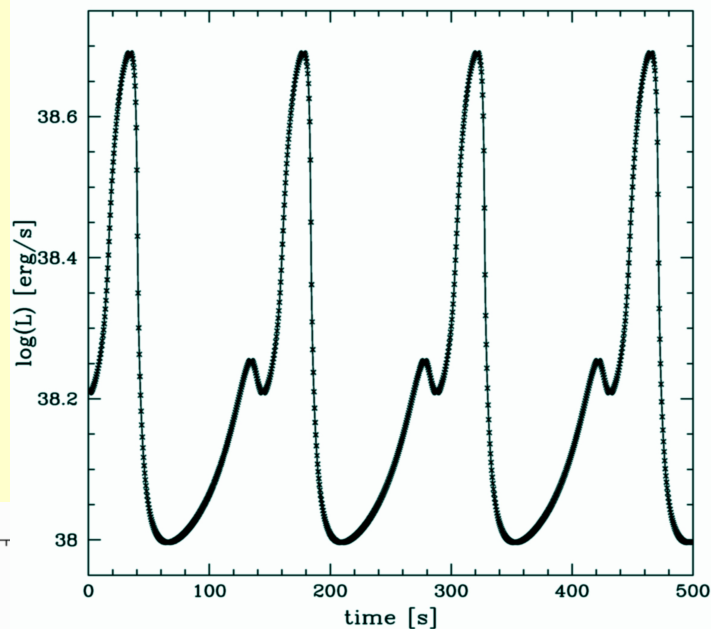
Model niestabilnego dysku: odstęp między rozbłyskami, $\log(T)$ [yrs].

- Badamy próbkę młodych radioźródeł typu Giga-Hertz-Peak-Spectrum
- Model niestabilnego dysku akrecyjnego daje skalę czasowe aktywności konsystentne z wiekiem młodych źródeł

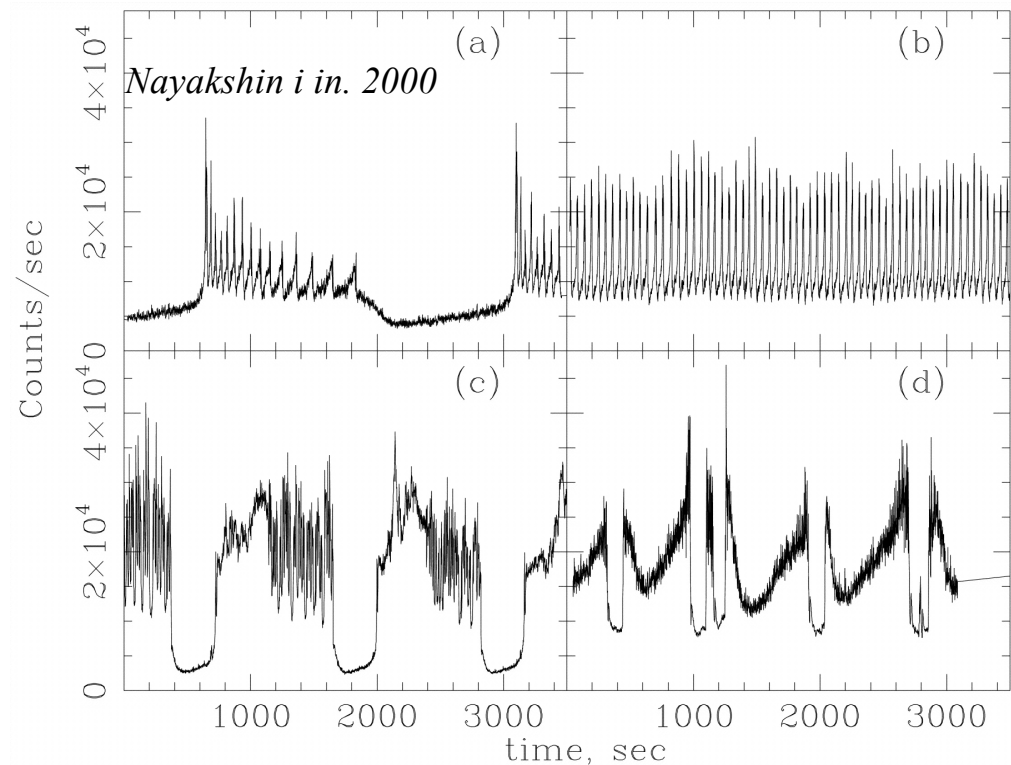


$$\log \left(\frac{T_{\text{burst}}}{\text{yr}} \right) \approx 1.25 \log \left(\frac{\nu L_\nu (5\text{GHz})}{\text{erg/s}} \right) + 0.38 \log \left(\frac{\alpha}{0.02} \right) + 1.25 \log K_{5\text{GHz}} - 53.6.$$

Mikrowazar 1915+105



Janiuk, Siemiginowska & Czerny, 2002



Źródło w stanie Very High State,
wykazuje regularne rozbliski,
okres zależy od średniej jasności

*Cykliczną aktywność dysku modelujemy
za pomocą niestabilności dysku
wskutek dominacji ciśnienia
promieniowania.*

*Model uwzględnia transport masy
między dyskiem a koroną, a także
stochastyczny wpływ*

Podsumowanie

- Dżety obecne w różnego typu źródłach kosmicznych: błyski gamma, kwazary, mikrokwazary
- Produkcja dżetu ściśle wiąże się z obecnością dysku akrecyjnego
- Różnego typu niestabilności w dysku akrecyjnym mogą warunkować:
 - Zmienność emisji w błyskach gamma
 - Precesję dżetów w radioźródłach
 - Cykle aktywności radiowo głośnych kwazarów
 - Cykliczne rozbłyski mikrokwazarów

Referencje do prac

- **Błyski gamma**

Ewolucja czasowa dysku neutriowego w błyskach gamma; *Janiuk, Perna, Di Matteo, Czerny, MNRAS, 2004, 355, 950;*

Niestabilności w dysku neutrinowym w błyskach gamma, *Janiuk, Yuan, Perna, Di Matteo; ApJ, 2007, 664, 1011;*

Akrecja otoczki kolapsara: jak długi może być błysk gamma?; *Janiuk & Proga; 2008, ApJ, 675, 519;*

Długie błyski gamma: efekty związane ze spinem czarnej dziury; *Janiuk, Moderski & Proga; 2008, ApJ, 687, 433;*

Rola pola magnetycznego w niestabilnym dysku wokół rotującej czarnej dziury w błyskach gamma, *Janiuk & Yuan, A&A, 2009, w druku)*

- **Galaktyki aktywne**

Efekty nieosiowosymetryczne w modelu hydrodynamicznym akrecji na czarną dziurę; *Janiuk, Proga & Kurosawa; 2008, ApJ, 681, 58;*

Ewolucja przepływów akrecyjnych w 3-D: rola wykładnika adiabaty i temperatury gazu; *Janiuk, Sznajder, Mościbrodzka, Proga; ApJ, 2009, w druku*

Krótkookresowa zmienność czasowa radiowo cichych kwazarów; *Czerny, Siemiginowska, Janiuk, Gupta; MNRAS, 2008, 386, 1557;*

Promieniowanie X z radiowogłośnego kwazara typu BAL 1045+352, *Kunert-Bajraszewska, Siemiginowska, Katarzyński, Janiuk, ApJ, 2009, w druku;*

Niestabilność dysku akrecyjnego w odniesieniu do młodych radioźródeł typu GPS; *Czerny, Siemiginowska, Janiuk, Nikiel-Wroczyński, Stawarz ; ApJ, 2009, 698, 840*

- **Mikrokwazary**

Modelowanie zmienności mikrokwazara 1915+105; *Janiuk, Czerny & Siemiginowska; ApJ, 2000, 542, L33;*

Zmienność akrecji na czarną dziurę w wyniku niestabilności ciśnienia promieniowania; *Janiuk, Czerny & Siemiginowska; ApJ, 2002, 576, 908*